MISSION AGROÉQUIPEMENTS
CONTRIBUTION D'AXEMA

Contribution d'AXEMA à la mission agroéquipements confiée à Jean-Marc Bournigal

Cette contribution concerne les activités d'essais et de certification de tracteurs et véhicules agricoles similaires, et son association éventuelle à une activité de support au développement

Les entreprises connues comme principaux clients d'IRSTEA pour les essais et prestations associées ont été sollicitées sur le sujet. La contribution qui suit est issue des échanges organisés entre elles et avec AXEMA au cours de l'été.

1. Justification et nature du besoin

Les entreprises qui fabriquent en France des véhicules mis sur le marché selon la directive tracteurs (tracteurs et chariots télescopiques agricoles) revendiquent l'existence en France d'un centre d'essais en particulier pour les essais réglementés (CE, OCDE etc..) : un tel centre est nécessaire à leur compétitivité, pour des raisons de proximité culturelle (efficacité du dialogue) et plus encore de proximité géographique (maitrise des coûts logistiques, maitrise des plannings). Des points de vue logistique et planification l'unité de lieu est aussi importante.

Ce besoin est partagé par les entreprises qui produisent et/ou vendent en France des tracteurs soumis à homologation nationale (tracteurs enjambeurs viticole T4.1, tracteurs de grande taille T4.2). Ce centre aussi est utile pour les fabricants de véhicules automoteurs agricoles qui utilisent les moyens d'essai et parfois aussi les protocoles « tracteurs » pour qualifier certains aspects de leurs machines tels que structure de protection, niveaux sonores et vibratoires, ou bien des moyens et protocoles communs (confinement des cabines).

La proximité géographique conduit à privilégier l'Ile de France : toute autre localisation remettrait en cause l'intérêt de ce centre du fait de la localisation des usines de tracteurs sur le territoire.

La notion de centre d'essais décrite plus haut recouvre impérativement trois aspects :

- Les moyens et compétences pour effectuer les essais ;
- La reconnaissance des autorités pour effectuer les essais et les opérations technico administratives aval : station d'essai ODCE, centre désigné pour les essais prévus par les directives communautaires, homologations de composants et les réceptions partielles européennes, centre désigné pour les essais d'homologations nationales ;
- La participation active aux travaux d'amélioration des codes d'essais (évolution de la technique) dans les cercles OCDE, Commission européenne et Normalisation.

AXEMA - Syndicat régi selon la loi du 21 mars 1884
19, RUE JACQUES BINGEN ► 75017 PARIS FRANCE
TÉL : +33 (0)1 42 12 85 90 ► FAX : +33 (0)1 42 12 83 69
INFOS@AXEMA.FR ► WWW.AXEMA.FR

2. Structure d'accueil

Le volume d'activité correspondant aux besoins de notre secteur, semble insuffisant pour assurer la viabilité économique d'un centre dédié aux seuls agroéquipements et secteurs voisins à des coûts de prestation compétitifs : l'insertion dans une structure existante et susceptible d'être reconnue par l'Etat apparait souhaitable en cas de désengagement d'IRSTEA en Ile de France.
Cette structure devrait être aussi capable d'effectuer certaines prestations « à domicile », au besoin en s'associant avec d'autres (voir plus bas)

3. Le couplage avec une activité de support au développement au sein de la même structure n'apparait pas aller de soi

On peut identifier en particulier deux volets en matière de développement de machines agricoles :

- Un volet procédé ou métier (épandages, travail du sol, fourrages…) qui fut autrefois développé au sein de Cemagref. Il est évidemment spécifique à notre profession. Il peut requérir des moyens d'essais qui sont très spécifiques et différents de ceux requis pour la certification des tracteurs.

- Un volet ingénierie, qui concerne la maitrise de différentes technologies, qu'il n'est possible de trouver que dans de gros organisme (CETIM…) et séparément au sein de laboratoires spécialisés publics ou privés. Ce volet est peu spécifique, et ne rejoint les essais de certification que marginalement par certains moyens d'essais.

La réflexion sur la création d'une unité de support au développement devrait donc plutôt prendre en compte la complémentarité et l'association avec d'autres structures existantes ou en devenir ayant un objet similaire plutôt qu'avec une structure d'essais réglementés avec laquelle les synergies seront très faibles.

4. Positionnement par rapport à PRI Pays de Loire et LaSalle Beauvais

Ces projets sont considérés par nos entreprises comme de potentiels supports au développement et non concurrents du centre d'essais réglementés.
Cependant concernant la PRI/plateforme ETAS d'Angers une collaboration avec IRSTEA-essais réglementés ou son successeur devrait être recherchée par exemple pour permettre la réalisation sous contrôle à Angers de certains essais réglementaires au profit de clients régionaux (une forme de service à domicile).
Il est par ailleurs probable que LaSalle Beauvais développe dans le futur certaines compétences «process agricoles ».

MISSION AGROEQUIPEMENTS
CONTRIBUTION DE CLAAS FRANCE

CLAAS en France

Rapport agro-équipements d'Irstea

1. CLAAS en France

Le groupe familial allemand CLAAS compte parmi les principaux constructeurs de machines agricoles au monde. Le siège de l'entreprise est situé à Harsewinkel en Westphalie. Le Groupe compte quatre sites de production en Allemagne (Harsewinkel, Bad Saulgau, Paderborn et Gütersloh) et sept sites de production à l'international (France, Hongrie, Russie, Etats-Unis, Inde).

CLAAS est le leader européen de la moissonneuse-batteuse et le leader mondial des ensileuses automotrices, sa deuxième grande gamme de produits. L'entreprise est également très bien située au niveau mondial avec ses tracteurs, presses agricoles et machines de récolte fourragère. Tout récemment, CLAAS a pris le contrôle majoritaire de Jinyee, une société chinoise qui produit une gamme de produits de récolte. Ce qui fait qu'elle compte désormais 12 sites de production à son actif depuis officiellement Janvier 2014.

Chiffres clés de la société :

	2010	2011	2012	2013
Nombre d'employés	8968	9060	9077	9697
Chiffre d'affaires (Milliards d'euros)	2,47	3,3	3,43	3,83

En France, le Groupe compte près de 3500 salariés directs, présents sur tout le territoire français :

ACTIVITES DE PRODUCTION :

- Deux sites de production qui exportent respectivement 70 et 75 % de leur production en Europe et dans le monde emploient 900 et 400 salariés.

  - CLAAS Tractor SAS (CT) - Siège social basé à Vélizy (78)– Usine basée au Mans (72). CT conçoit et assemble le cœur de gamme des tracteurs CLAAS (13 000 tracteurs en 2013, année record). CLAAS Tractor est une entreprise acquise pas CLAAS en 2003 auprès du Groupe RENAULT Automobile (ex-Renault Agriculture). L'entité CLAAS Tractor a également ouvert en Juin 2012 son nouveau centre d'essais et de validation à Trangé (72). L'extension du centre tel qu'annoncé en 2012 est en cours (construction des bancs d'essais Tracteurs – utilisables pour les moissonneuses-batteuses). CLAAS Tractor consacre 7 % de son chiffre d'affaires à la Recherche et Développement.
  - Usines CLAAS France (UCF) - Woippy (57) – Cette société conçoit et assemble les presses à balles rondes et à balles carrées (4000 presses/an). Usines CLAAS France vient d'inaugurer un nouvel atelier de Peinture (8 M€ d'investissement)

- Une joint-venture de production GIMA (50 % CLAAS – 50 % AGCO) basée à Beauvais (60). Cette société conçoit et assemble des boites de vitesses et transmissions pour le compte de l'entité Tracteur. Cette joint-venture emploie près de 1000 salariés.

ACTIVITES COMMERCIALES :

- Première Filiale de distribution d'Agro-Equipements en France, CLAAS France, construit et anime un réseau de 80 concessionnaires en France (réseau de distribution exclusif). Cette filiale emploie elle-même 200 salariés. En 2013, CLAAS France aura dépassé les 1000 ventes de moissonneuses batteuses (record).

- Un réseau de succursales (16 en France), gérée par la société CLAAS Réseau Agricole (CRA) dont le siège est basé à Vélizy (78) (950 salariés). Comme CLAAS Tractor, CRA est une entreprise acquise par CLAAS en 2003 auprès du Groupe RENAULT Automobile (ex- Centres Renault Agriculture). Le réseau CRA distribue en exclusivité tout le matériel CLAAS.

- 3 centres de formations CLAAS Academy à Evreux, Chartres et Connantre (formation commerciale et technique du réseau France, voire export et des salariés de production)

- CLAAS Financial Services.

Aujourd'hui, 30 % de l'effectif du Groupe est français et la France génère près de 30 % du chiffre d'affaires du Groupe. Au global, CLAAS en France pèse près de 2 milliards de chiffre d'affaires, ce qui en fait le premier acteur économique français de l'agroéquipement.

2. Innovation : une stratégie primée en or et argent

Sa réussite, l'entreprise centenaire CLAAS la doit à la culture de l'innovation, cœur de sa stratégie industrielle. Sur les trois années 2010-2011-2012, les investissements du groupe CLAAS en recherche et développement (R&D) ont représenté en moyenne 5 % du chiffre d'affaires, soit 508 millions d'euros sur trois ans. Résultat : 1 médaille d'or et 6 d'argent remportées, au mois de novembre, au dernier Agritechnica de Hanovre (Allemagne), premier salon mondial du machinisme agricole.
L'or pour son nouveau simulateur en ligne pour l'entrainement à la conduite des machines de récolte et des tracteurs, utilisable sur son PC, n'importe où et à n'importe quel moment. L'argent pour une caméra couleur haute résolution de contrôle en temps réel de la qualité du battage des grains ; pour un système de gestion automatisée de la répartition au sol de la paille en fonction du vent latéral et de l'inclinaison du terrain ; pour un logiciel assurant l'échange d'informations dans un couple presse-tracteur, gérant le meilleur rendement possible de la première en fonction de la vitesse du second ; pour une automatisation de la résorption des éventuels engorgements dans le flux de récolte sur des remorques auto-chargeuses; ou encore un dispositif électronique de contrôle d'angle de braquage et d'alerte (sur un attelage), ou l'adaptation automatique du comportement de la direction de cet attelage aux différentes vitesses de conduite.

Résultat encore : le nouveau tracteur AXION 800, fabriqué au Mans, déclaré ''Tracteur de l'année 2014'' et ''Machine de l'année 2014'', toujours au salon Agritechnica 2013. Prix du Design également.

Lorsqu'en 1913, à Clarholz (Allemagne), August Claas inscrit au registre du commerce sa petite entreprise, l'innovation est déjà une de ses principales préoccupations pour son développement. Avec ses frères Franz et Theo, il met au point de nouvelles lieuses de paille dont la qualité du liage ficelle, améliorée par un noueur assurant des nœuds plus solides, garantira un maintien optimal des balles. En 1936, l'entreprise produit en série la première moissonneuse-batteuse adaptée aux conditions de récolte européennes. Depuis, la moissonneuse-batteuse est indissociable du nom CLAAS, tant elle donna toute sa dimension internationale au groupe, qui propose dès lors une gamme étendue de matériel de catégorie ''prémium''.

Depuis longtemps déjà, les automotrices de récolte CLAAS intègrent les technologies informatiques de pointe qui, concernant la gestion électronique, permettent par exemple la mise en œuvre d'opérations de maintenance préventive, ou un pilotage automatique des machines adapté à un programme de récolte déterminé, offrant un confort de conduite et une sécurité d'utilisation optimums. Ainsi, la priorité peut-elle être donnée soit au débit de chantier, soit à la qualité de récolte, soit encore au compromis entre ces deux critères.

En France, la R&D de CLAAS s'appuie notamment sur les bureaux d'études des systèmes de transmission à Beauvais (60), sur les presses à Woippy (57) et les tracteurs à Vélizy-Villacoublay (78), qui emploient plus de 400 personnes. Elle s'appuie aussi sur le Centre d'Essais et de Validation de Trangé, près du Mans, étendu et perfectionné au cours de l'année écoulée, où sont aujourd'hui testés les prototypes de tracteurs qui sortiront de l'usine mancelle dans trois ou quatre ans.

Quelques exemples d'innovation :

Médaille SIMA et Agritechnica :

- CEMOS /assistance au conducteur : adaptation automatique des trajectoires de lancement des pailles broyées, régulation auto de la pression des pneus essieu AR, GRAIN QUALTIY CAMERA
- DYNAMIC COOLING
- TONI
- ICT 1.0, Implement Controls Tractor. Un outil agricole (presse/remorque auto-chargeuse) contrôle la vitesse de conduite du tracteur, par une interface ISOBUS. De cette manière, l'efficacité globale du processus de travail (par exemple le pressage) est optimisée et le conducteur peut se concentrer sur d'autres aspects du travail.
- L'introduction d'une nouvelle gamme de transmission à variation continue dans une gamme additionnelle de tracteurs ARION 600 et 500. La transmission s'adapte en continu aux conditions de travail sans changement de rapport. De cette manière le moteur reste proche du point de travail avec la consommation de carburant la plus basse et cela induit de nombreux autres avantages
- L'introduction d'une gamme complète de tracteurs conformes aux nouvelles normes d'émissions antipollution stage IIIb et stage IV, pour obtenir des taux plus bas d'émissions polluantes : CLAAS fut le premier constructeur à le proposer sur la gamme de forte puissance et demeure le premier avec la gamme de moins forte puissance. Trois modèles de tracteurs CLAAS (grosses puissances) ont présenté les meilleurs résultats en terme de consommation de gazoil (certifié DLG).

3. Une centenaire à l'assaut des marchés émergents

La population mondiale ne cesse d'augmenter et les besoins en nourriture ne cessent de croitre. La Chine progresse dans les achats de machines agricoles et s'est récemment hissée parmi les dix premiers pays importateurs. Ainsi, CLAAS se positionne : prise de contrôle majoritaire de Jinyee, société chinoise productrice disposant d'un réseau de distribution et de service après-vente déjà bien développé. Mais, comme naguère en Russie – avec l'usine de Krasnodar qui construit des moissonneuses-batteuses – si CLAAS cherche à implanter ses sites de productions au plus près des marchés, l'entreprise centenaire entend conserver en Europe sa R&D.

Développement Ressources Humaines

	CLAAS en France	CRA	CF	UCF	CT	GIMA
Effectif	3500	980	200	410 (déc. 2013)	960	950
Tendance	R&D en hausse Production stable Marketing, commerce, conseil stable Intervention terrain stable	Maintenance matériel: en hausse		R&D, production, Marketing, commerce stable	R&D en hausse Production sensiblement en hausse	R&D en hausse.
Filières, diplômes	R&D, production: ingénieurs agronomes Marketing, commerce… intervention terrain : BTS	Bac pro BTS		R&D : ingénieur mécanique /mécatronique, hydraulique Production : technique (peintres, mécano), ingénieur (logistique, mécanique-mécatronique)	Idem UCF	Idem
Besoins recrutement satisfaits	Globalement oui, mais des difficultés dans certaines filières	Non pour la filière mécaniciens		Non, besoins d'ingénieurs électrotechniques	Oui	
Besoins formation satisfaits	Oui	Oui et non (plus de mécaniciens)		Oui	Oui	
Dispositifs/ outils de soutien au recrutement	Contrat de qualification import- export via AXEMA (env 10 / an)			Sites web généralistes (APEC), cabinets de recrutements, ETT, pas de dispositif spécifique à la filière connu	Idem UCF	Idem

Sur l'année fiscale 2014, les entités France (hors GIMA) ont signé près de 130 contrats en CDI.

En résumé, les concessions peinent à recruter tout particulièrement sur les postes de mécaniciens, voire même vendeurs. Les recrutements en filières industrielles sont très fonctions de la conjoncture automobile. Lorsque cette dernière est en phase d'embauche, nos sites industriels peuvent rencontrer des difficultés dans leur recrutement. Actuellement, nous ne rencontrons pas de difficultés majeures, excepté sur des compétences très spécifiques (hydrauliques, soudure, …).

Vision générale de la filière agroéquipements en France

Forces des entreprises françaises :

Pour nos activités commerciales :

- la France est un grand marché intérieur : encore faut-il que les agriculteurs et entrepreneurs conservent leurs capacités d'investissements pour que cette situation favorable puisse être durable.

Pour notre secteur industriel :

- l'industrie des équipements agricole française bénéficie de leur implantation au centre du marché français, un marché d'importance
- certaines sociétés appartiennent à de gros groupes internationaux (CLAAS, AGCO, John Deere), ce qui est un avantage pour avoir accès aux marchés d'exportation.
- une main d'œuvre, globalement très disponible à tous les niveaux, en raison notamment du ralentissement dans l'industrie automobile et autres.

Faiblesses :

- beaucoup de sociétés d'équipement agricole sont très limitées en taille et de ce fait se concentrent sur le marché local français, elles sont faibles dans le secteur exportations.
- il manque du personnel, tout particulièrement avec un vrai objectif et une vraie passion pour l'équipement agricole.
- la France souffre de la faiblesse croissante dans la base fournisseurs, beaucoup de fournisseurs de composants sont en difficulté. N'étant ni les moins chers ni les plus innovants ils peinent à se montrer compétitifs sur le marché des composants.
- la recherche appliquée en coopération entre l'industrie et les universités semble être beaucoup moins fréquente que dans d'autres pays (par exemple l'Allemagne).

Opportunités :

- l'automatisation des processus de travail agricole y compris l'agriculture de précision, la gestion des outils pour tracteurs (ISOBUS), la gestion des données de l'exploitation agricole sont une opportunité de développement.
- des hausses continues dans la productivité des équipements, leur taille, leur confort.
- les ressources renouvelables (bio-carburants, la transition énergétique, etc.)
- les exportations vers de nombreux marchés avec un fort besoin en équipements mais pas d'industrie locale.

Risques :

- la surrèglementation entraîne une augmentation des investissements dus aux normes d'émissions polluantes, la nouvelle réglementation-cadre européenne, sans réel avantage pour le client. Tout cet argent n'est pas investi dans une technologie réellement innovante, dans la productivité des processus agricoles ou dans une production en qualité de nourriture.
- les constructeurs européens doivent beaucoup investir pour respecter les normes d'émissions polluantes locales et ne peuvent profiter des opportunités dans des secteurs de croissance les plus dynamiques au niveau mondial
- l'équipement agricole, comme une grande partie de l'industrie de transformation française, souffre de certaines tendances générales, y compris la surrèglementation et un manque d'intérêt général pour l'industrie. Tout particulièrement, le sens et les enjeux de l'entreprise ne sont pas enseignés à l'école et ne sont pas compris : la vision de la flexibilité d'une entreprise par exemple n'est perçue que de manière négative sur les conditions de travail et rarement comme une opportunité d'adaptation donc de survie de l'entreprise à long terme.
- d'un point de vue commercial pur, la baisse du marché intérieur et les conséquences de la nouvelle PAC sont un risque important pour notre activité.

Pays offrant les meilleures conditions de développement pour la filière agroéquipement

L'Allemagne probablement :

- agriculture forte et compétitive tout comme la base clients très diversifiée (de grandes exploitations céréalières dans le Nord Est en passant par les exploitations laitières et d'élevage aux fermes bio aux énergies renouvelables) ;
- une forte base industrielle avec des sociétés importantes et une base fournisseurs solide dans l'industrie mécanique ;
- une bonne répartition entre les grandes sociétés, les moyennes et les petites ;
- une bonne interaction entre l'industrie et les universités ;
- une forte tradition dans les exportations.

Bonne position également pour les Pays Bas pour des raisons similaires, bien que plus petit en taille comparé à l'Allemagne.

La Russie et la Chine **:** des pays en phase d'équipement. La crise politique Russie-Ukraine et les sanctions prise par l'ONU pénalise très fortement les activités de CLAAS qui est en train d'investir 100 millions d'euros dans son Usine de Krasnodar dont l'activité est très réduite. Les conséquences sont importantes pour ses usines en France, notamment celle du Mans qui avait fait le pari d'une partie de son développement dans ce pays.

Les Etats-Unis également.

Quel avenir sur le marché français :

- des prévisions optimistes en général
- des opportunités pour les exportations mais un besoin de soutien dans de nombreux secteurs, notamment quand l'entreprise n'appartient pas à l'un des grands groupes précédemment cités.
- L'interaction entre les fournisseurs et les universités doit être renforcée, les deux doivent devenir des partenaires plus attractifs
- Pour la partie commerciale, la baisse du marché va certainement conduire à la concentration des exploitations donc à de nouvelles approches commerciales.

Quel avenir à l'international :

- des prévisions optimistes en général
- des besoins en productions en hausse, en nourriture et pour les besoin énergétique, et une demande très forte en équipement agricole
- des groupes multinationaux devenant cependant de plus en plus dominants ce qui représente un risque pour les acteurs plus petits.

Comment le secteur agroéquipement peut contribuer aux stratégies françaises :

du développement agro-écologie ?

L'agriculture de précision peut être un contributeur principal, traçabilité dans la production de nourriture également, entre autres.

de la transition énergétique ?

La France a probablement un fort potentiel, dans les zones rurales en particulier, pour décentraliser la production de chaleur et d'électricité avec un impact positif sur l'industrie agricole, l'emploi et les émissions de CO2. Il existe probablement un conflit avec le système dominant d'énergie nucléaire basé sur une production centralisée. CLAAS supporte par exemple le projet d'un agriculteur en région parisienne, qui a développé une installation de méthanisation, non concurrentielle de l'agriculture « alimentaire ». Ces installations nécessitent des équipements et machines agricoles.

Certaines machines agricoles motorisées ont des solutions alternatives au fuel (partiellement) comme l'électrification, ayant un grand potentiel.

CONCLUSION

CLAAS attendrait une collaboration européenne un peu plus poussée au regard des homologations et de certaines règlementations sur la circulation (ex : tracteur limité à 50 km/h en Allemagne, 40 km/h en France : deux développements produits spécifiques pour s'adapter). Elle souhaiterait plus de concertation dans la mise en œuvre des normes sur la réduction des émissions en dépit de la flexibilité qui a été rendue possible mais dont le coût supporté par les entreprises est colossal (rythme).

CLAAS avec son partenaire AGCO, compte investir dans sa société GIMA de manière très significative dans les domaines de la R&D et dans l'outil de production. CLAAS travaille également sur le troisième volet de modernisation de sa chaine d'assemblage de tracteurs au Mans. CLAAS a peut-être besoin d'un soutien financier pour l'accompagner mais d'un soutien politique fort assurément pour sortir l'impasse économique dans laquelle nous sommes dans nos relations avec la Russie. L'Europe économique n'a pas les moyens de se priver de ce marché qui présente un gros potentiel pour l'agroéquipement.

CLAAS, comme pour l'ensemble de l'industrie, rêve de trouver des jeunes passionnés et motivés pour notre secteur d'activité qui souffre d'un manque d'image, en dépit des efforts de communication réalisés (ouverture des usines, accueil de stagiaires et apprentis, participation aux salons,…). Notre secteur d'activité a par ailleurs beaucoup de difficultés à intéresser la presse économique, focalisée en général sur les entreprises du CAC 40.

CLAAS estime que les entreprises du secteur de l'agroéquipement, qui pour beaucoup sont de petites ou moyennes entreprises, ont besoin de soutien politique, d'autant plus avec l'arrivée des constructeurs japonais et chinois en France, venant chercher le savoir-faire et les compétences. Excellente nouvelle à court terme pour l'emploi, il convient d'en mesurer les risques à plus long terme (marché européen mature, faible niveau d'internationalisation des entreprises françaises).

CLAAS est prête à s'investir dans tous les sujets qui peuvent alimenter des données, des références et qui pourraient aider au développement de notre secteur. Par exemple, CLAAS a fait le choix de s'investir sur le sujet de l'utilisation des données par l'utilisation de systèmes ouverts (et non propriétaires comme d'autres entreprises concurrentes). Voir le développement de Farming 4.0.

MISSION AGROEQUIPEMENTS
CONTRIBUTION DU RÉSEAU DES ITA

ACTA, TÊTE DE RÉSEAU DES INSTITUTS DES FILIÈRES VÉGÉTALES ET ANIMALES

Paris, le 25 septembre 2014

Mission de Jean Marc BOURNIGAL - Position du réseau des ITA

Constat et enjeux

Le secteur des agroéquipements, avec **30 000 tracteurs immatriculés par an et 6,2 milliards d'euros** investis par an par les agriculteurs pour les matériels et les bâtiments représentant **30 % des charges de l'exploitation**, a un rôle important dans la transition vers une agriculture multi performante. A ce titre, il entre pleinement dans les préoccupations des ITA. En effet, grâce à l'amélioration des connaissances agronomiques et au progrès technologique (mesure de l'état des milieux grâce à l'utilisation de capteurs, utilisation d'image satellitaires et de drones, utilisation de nouveaux matériaux, conception de moteurs plus performants, etc.), les agroéquipements peuvent répondre à plusieurs enjeux entrant dans le cadre de la recherche de la multi performance en considérant l'agro-écologie comme un puissant levier pour l'action (cf annexe 1 pour les cultures assolées) :

- La diminution des intrants phytosanitaires et des fertilisants chimiques (évaluation des besoins de la végétation, amélioration des techniques de pulvérisation, amélioration de l'épandage,…) ;
- L'entretien des sols avec mise en œuvre de stratégies combinant outils mécaniques, enherbements, et herbicides réduits au strict nécessaire, est peut être à expliciter en tant que tel (en complément des aspects phyto/protection sanitaire, eu égard aux enjeux de qualité de l'eau,
- L'amélioration des rendements d'utilisation des matériels et la diminution des charges fixes ; à ce niveau, l'enjeu « robotisation » est à souligner,
- La limitation des consommations d'énergie fossile (amélioration de l'efficacité des agroéquipements, optimisation du poids et des moteurs, moteur fonctionnant aux énergies renouvelables, développement des techniques de travail du sol simplifiées qui sont à ce jour le levier le plus puissant pour réduire les consommations d'énergie fossile de 20 à 40l FOD/ha/an, Labreuche et al 2007 …) ;
- L'optimisation des consommations en eau (optimisation des matériels d'irrigation des cultures,…) ;
- Les conditions de travail et la recherche d'une moindre pénibilité ;
- L'optimisation de la conduite des cultures et des élevages (Amélioration de la gestion de l'énergie et de l'ambiance en bâtiment, monitoring individuel grâce à des équipements de surveillance et de mesure de performance, optimisation de la mise en œuvre des outils de travail du sol en fonction des états du sol) ;
- Les sources d'information qui aident à la prise de décision individuelle, collective voire publique qu'elle porte sur des choix tactiques ou stratégiques.

Les deux questions et les dynamiques d'acteurs

Les deux questions posées à la mission sont :

- Quels sont les besoins en personnels qualifiés pour le conseil, la recherche, le développement, l'innovation, la production industrielle et son adaptation aux marchés ?
- Peut-on clarifier le rôle et les compétences des différents acteurs de la recherche, du développement technologique, du développement agricole et des acteurs économiques

concernés et leur organisation, pour concevoir, fabriquer et transférer des solutions technologiques innovantes et adaptées aux nouveaux enjeux ?

Les ITA sont surtout concernés par la **question 2**. En premier lieu, on doit **constater le gros potentiel de technologies de transfert** issues ou soutenues par des TIC mais pour des marchés sectoriels étroits donc en marge des préoccupations des entreprises qui les détiennent ou les maitrisent (services). On peut aussi déplorer **l'étroitesse de la communauté des acteurs de la R & D**.

Les ITA souhaitent que **tous les acteurs de la recherche et du développement agricole s'organisent,** comme cela a pu être sur d'autres thèmes tout aussi complexes, pour améliorer l'articulation entre recherche agronomique, recherche en agroéquipement et connaissance des attentes et des besoins des utilisateurs du terrain. Au travers cette réorganisation entre acteurs de la recherche et du développement, il faut renouveler les **liens avec les équipementiers** pour faciliter et accompagner les processus de création d'innovation avec un souci d'intégration de ces innovations dans des systèmes d'information potentiellement interopérables (objectifs du PNDAR 2014-2020). En effet, les questions, qui se posent sur ce champ sont :

- **Comment sont répartis les risques liés à l'investissement en R & D** ?
- Quels liens de complémentarité et de confiance relient les acteurs entre eux, pour qu'in fine, les agriculteurs investissent sans prendre de risques inconsidérés ?

Comme le souligne Marion GUILLOU dans son rapport de l'an dernier, les perspectives de recherche sont réelles pour concevoir puis transférer des solutions technologiques innovantes et adaptées aux enjeux agroécologiques. A cet égard, l'étude INRA CGSP a montré que les choix agronomiques ont des conséquences sur le travail et les agroéquipements. **Ces technologies s'inscriraient dans de nouvelles combinaisons de pratiques et de techniques à inventer** qui ne remplaceraient que partiellement les pratiques et techniques actuelles. D'où l'importance de faire mieux communiquer les 3 communautés de compétences (agronomiques, sciences de l'ingénieur et SHS).

Interventions du réseau

Les ITA du réseau sont surtout investis sur des missions de transfert et d'appropriation des innovations technologiques et *chacun d'eux est en capacité de fournir une liste des principales préoccupations de sa ou de ses filières qui pourraient être appréhendées en améliorant les agro équipements*. Au même titre que pour les intrants et les innovations variétales, ils se doivent d'éclairer les professionnels des filières sur l'intérêt des produits lancés par les équipementiers. Ainsi, une dimension traditionnelle et essentielle de l'action assurée par les ITA consiste à évaluer les matériels, tester les machines pour faciliter le choix de l'agriculteur et l'orienter vers l'investissement optimal.

Cependant, les opportunités de projets collaboratifs sont nettement plus faibles dans le domaine des agroéquipements que dans d'autres thématiques (agronomie, protection des cultures,…). Quand elles existent, c'est souvent dans le cadre de dispositifs partenariaux (cf ci-dessous) dans un volet d'aide à la décision. On peut estimer qu'entre quinze et vingt collaborateurs du réseau sont identifiés sur ce champ d'intervention (essentiellement des agronomes).

Le réseau des instituts techniques participe à plusieurs dispositifs permettant d'orienter, de développer et de valoriser les recherches sur les agroéquipements.

Projet de RMT AGROETICA (AGROEquipement et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Agro écologie, en cours de rédaction)

Le RMT AGROETICA a pour ambition de répondre aux enjeux suivants :

- *Développer les synergies de travail entre la recherche, l'enseignement, le développement agricole et les industriels*
- *Accroître la pertinence du conseil tant par les méthodes que les outils à développer en commun*
- *Mettre en place une organisation commune de l'agroéquipement français, plus efficiente notamment concernant les impacts des nouvelles technologies sur les systèmes de production*
- *Inciter et formaliser le transfert d'expertise, entre les différents secteurs partenaires que sont la recherche, l'enseignement et le développement agricole, mais également avec les partenaires européens*
- *Promouvoir les processus d'innovation en agroéquipement : de la production de connaissances au transfert et à l'appropriation, en passant par le questionnement à la recherche*
- *Etre force de proposition pour mieux positionner l'agroéquipement et les TIC dans les référentiels de formation, tant en cycle initial que continu*
- *Proposer des mesures de reconnaissance des stratégies d'équipement, agronomiquement, économiquement, environnementalement et socialement acceptables (équipements durables…)*
- *Constituer un centre de ressources au service des autres RMT et de la société sur lescontributions des agroéquipements*

En termes de participation et de gouvernance, des discussions sont en cours et en tenant compte bien entendu des recommandations de la mission de JM BOURNIGAL. Pour les ITA, ITB, ARVALIS et ACTA se sont déclarés intéressés mais il convient de s'accorder sur un programme de travail.

L'UMT CAPTE (ARVALIS, CETIOM, ITB, INRA)

L'objet de l'UMT CAPTE est de développer des outils d'acquisition et des méthodes d'utilisation de ces observations de l'échelle de la micro-parcelle (environ 10 m²) à celle de la parcelle agricole (environ 10 ha) pour contribuer aux trois leviers principaux de l'amélioration de l'efficience des grandes cultures :

- la sélection variétale, au travers du phénotypage haut débit
- l'expérimentation en conduite et systèmes de culture
- l'aide au pilotage des cultures en parcelles agricoles distribuées sur un territoire.

L'UMT teste, adapte, éventuellement développe des capteurs sur différents vecteurs (fixe pour mesures continues, piéton, tracteur, drone, avion, satellite), en intégrant toute la chaîne allant de la mesure à son utilisation dans les différentes applications. Ces capteurs enregistrent aussi bien des données relatives au couvert, au sol qu'au climat. L'approche utilisée s'appuie de manière privilégiée sur la modélisation (du transfert radiatif, des relations structure-fonction au sein du couvert).

UMT ECOTECH VITI (IFV IRSTEA- Montpellier Supagro)

Le programme de travail de l'**UMT Ecotech-Viti** vise à réduire la dépendance des exploitations viticoles aux produits phytosanitaires en optimisant les matériels d'application et leurs conditions d'utilisation, et s'articule autour des thèmes suivants :

- Développement de systèmes de décision en viticulture conventionnelle et biologique pour optimiser l'utilisation des intrants phytosanitaires, (Vers une approche globale intégrant le matériel de pulvérisation dans la gestion décisionnelle de la protection du vignoble),
- Evaluation des technologies innovantes aidant le viticulteur à optimiser et sécuriser la protection phytosanitaire à différentes échelles,
- Développer des formations (initiales et continues) et communiquer dans le domaine des technologies innovantes d'épandage des produits de protection des plantes PPP pour diminuer l'utilisation de ces produits et ainsi limiter leur impact sur l'environnement.

La démarche exploratoire avec le **CEA Leti**

Une démarche exploratoire, pilotée par l'ACTA et menée en collaboration avec le CEA Leti, avait pour but de réaliser une analyse approfondie des besoins biotechniques des filièresdu monde agricole afin de générer des idées à la fois originales et pertinentes à partir d'opportunités nouvelles, offertes par les technologies développées au CEA-Leti. Le tableau récapitulant les 36 fiches « projet » figure en annexe 2. Ces pistes pourraient donner lieu à des projets collectifs ou collaboratifs.

Attentes et propositions

De ce qui précède, on doit considérer **quelques principes d'action :**

- On ne pourra pas tout faire et il faut disposer d'un lieu consensuel où sont fixées les compétences à former (pour le long terme) et les projets sur des thèmes prioritaires (sur le moyen terme) ;
- On doit proposer des modes d'action très volontaristes et interactifs compte tenu de l'étroitesse des communautés, des perspectives d'utilisation et de l'amplitude des connaissances à mobiliser ;
- Des instituts techniques et d'autres acteurs, pourraient renforcer la mise en place de bancs d'essais sur tous les matériels permettant d'acquérir des références fiables
- Sur la question 2, le facteur déclencheur pour que les acteurs communiquent plus et mieux est la priorisation sur un mode consensuel des projets à soutenir. En effet certains points concernant les agroéquipements sont spécifiques à des productions ou des filières et n'intéressent qu'un nombre limité d'acteurs. D'autres plus génériques peuvent concerner une plus grande communauté d'acteurs, comme par exemple, les techniques de semis, la pulvérisation, le désherbage mécanique, l'épandage de fertilisants, le guidage assisté des interventions,…etc. Cette priorisation doit considérer deux angles : celui des opportunités technologiques et celui des cibles agronomiques. Il est important d'impulser des dynamiques d'acteurs en capacité de concevoir et de piloter ces projets qui postulent des ruptures par rapport aux pratiques et systèmes en usage.
- Le mode collectif de diffusion des innovations et des références doit être recherché mais dans la mesure où la volonté est de travailler avec les équipementiers, il n'est pas exclu d'opter pour un mode collaboratif.
- les acteurs à mobiliser pour conduire et mener les projets prioritaires sont à déployer sur une matrice avec les niveaux de l'échelle TRL (échelle de maturité technologique) et les compétences liées à 3 impératifs :
    - la connaissance et la caractérisation des phénomènes à encourager ou à contenir voire à neutraliser ;
    - la connaissance des contextes où ces phénomènes sont observés (liens entre agronomie et machines) ;
    - la maitrise des technologies qui permettent de les décrire et de les gérer.

Trois leviers d'action:

- Dans le cadre d'une gouvernance plus politique (filière), le projet de RMT « AGROETICA »en cours de finalisation (cf. description ci-dessus) peut contribuer à **une meilleure connaissance mutuelle entre acteurs et à explorer des pistes d'intérêt partagé pour monter des projets**. Ce RMT, dans lequel il est important que les équipementiers soient impliqués, devra être un lieu de conception et de maturation de projets collectifs ou

collaboratifs. Il pourra servir de point d'appui pour répondre à la question 2 sur les deux leviers de l'agro écologie :

- valoriser les régulations biologiques, préserver et accroître la biodiversité fonctionnelle
- Favoriser le bouclage des cycles bio-géo-chimiques et l'autonomie des exploitations vis-à-vis de l'énergie et des intrants.

Les GIS de filières peuvent également jouer un rôle utile à condition de les élargir aux équipementiers et à des compétences en sciences de l'ingénieur. Ce rôle consisterait à fixer, par groupes de filières, les conditions de mise à l'épreuve des prototypes soit en vue de préciser leur mode d'emploi pour un usage optimisé soit pour définir le cahier des charges de versions ultérieures améliorées.

- S'agissant du montage des projets proprement dits, il est proposé **d'identifier et de missionner des collectifs d'acteurs** issus des différentes institutions parties prenantes couvrant les 3 types de compétences identifiés ci-dessus. Il faut en effet permettre à des communautés éloignées de se rapprocher (y compris le CEA, écoles, …). Les collectifs tels que ceux d'ores et déjà constitués autour des UMT CAPTE et ECOTECHVITI sont des bons exemples sur lesquels peuvent se développer des projets portant sur les mesures de performances en cultures assolées ou pérennes (ex vignobles). Ils ont su identifier des équipementiers pour leurs travaux de recherche.
- Des fonds incitatifs parmi les guichets en place, depuis la recherche jusqu'au marché en passant par le développement (échelle TRL) devraient permettre de soutenir selon des modalités **plus itératives que sélectives** ces projets prioritaires portés par les collectifs préalablement identifiés (à côté des apports des acteurs privés ne sont pas prêts à prendre tous les risques compte de tenu des données structurelles du secteur). Les résultats obtenus au travers de ces projets devront s'insérer dans des raisonnements systémiques à court, moyen et long terme. Ceci suppose un renouvellement des dispositifs d'expérimentation et d'information qui permettent de collecter des données à différentes échelles d'espace et de temps (objectif 3 du PNDAR).

Annexe 1 – Quelques attentes dans le domaine de l'agroéquipement pour viser la multi performance des systèmes agricoles assolés, engagés dans l'agroécologie (source ARVALIS institut du végétal)

G. Crocq, B. De Solan, C. Desbourdes, JM. Deumier, J. Labreuche, F. Laurent B. Perriot

18/04/14

Quelques réflexions ordonnées selon les différents chantiers de l'itinéraire technique.

1. Travail du sol

- Adapter la vitesse de rotation/translation des outils de travail du sol animés (herses) en fonction des états du sol (humidité) et des états d'émiettement (taille de mottes) générés par le labour afin d'améliorer l'état du lit de semences.
- Adaptation en temps réel des largeurs de travail des outils profonds (charrue) en fonction des types de sol de la parcelle (variables par leur texture).

2. Implantation des cultures

- Adapter les semoirs au semis de mélanges multi espèces : semis de précision de graines de tailles différentes ayant des contraintes de positionnement (profondeur) variables.
- Nouveaux matériels de semis de précision (monograines) capables d'implanter des cultures d'été (soja) sous couvert de cultures d'hiver (céréale à l'épiaison
- Développer des gammes de semoirs polyvalents (capables de semer diverses espèces, à écartements variables).

3. Protection des cultures

- Améliorer les matériels de pulvérisation
- Développer un modèle mécaniste intégrateur de l'ensemble des facteurs et conditions qui déterminent la qualité de la pulvérisation
- Développer des techniques automatisées d'évaluation de la pression biotique (prioritairement maladies et adventices) Développer des capteurs capables de détecter la présence / activité d'insectes. Des mesures de gestion pourraient alors être déclenchées de façon ciblée.
- Temps de réaction de l'ordre de 60 secondes entre l'ordre de traitement (éventuellement fourni par un capteur embarqué sur le tracteur) et la distribution à la buse, inhérent à tout matériel de pulvérisation, notamment de grande largeur. D'où la préférence pour une stratégie « 2 temps », évaluation des besoins / pulvérisation.

4. Surveillance des cultures : vecteurs

Deux technologies émergentes sont encore à évaluer vis-à-vis de leur potentiel dans le domaine de la surveillance des états des cultures :

- les réseaux de capteurs sans fil
- les drones.

5. Gestion des interventions mécaniques

- « Control traffic farming » : proposer des chaines d'outils adaptés à la technique, notamment par la possibilité de régler facilement les largeurs de voie.

- Evaluer les enjeux de l'alternative pneumatiques / chenilles sur les tassements profonds.
- Améliorer les chaines d'épandage de produits résiduaires organiques solides.
- Diminuer le coût d'accès aux techniques de géolocalisation de précision (échelle centimétrique).
- Lever les freins « sociaux et réglementaires » liés à l'automatisation des traitements
- Développer des capteurs permettant d'accéder simultanément au rendement ET à la qualité de la biomasse sur pied (rapport tige/feuille, %N, ratio légumineuses / graminées) afin de mieux gérer les dates de récolte des fourrages.

6. Irrigation

- Améliorer l'efficience de l'eau pour une meilleure performance agronomique des systèmes irrigués :
    - Améliorer l'efficience des matériels enrouleur-canon : développer des systèmes d'asservissement des paramètres de distribution (angles de tir et de balayage) pour tenir compte des contraintes de vent de façon à réduire la dérive
    - Accroitre la part du parc matériel équipé de pivots ou rampes (meilleure répartition et plus faible consommation énergétique). Technique à améliorer en basse pression.
    - Goutte à goutte : le frein majeur à son développement en grande culture reste son coût élevé (colmatage, pose/dépose)
    - Mettre au point des systèmes d'irrigation de précision (modèles agronomique et techniques d'asservissement de la distribution
- Améliorer la performance énergétique des matériels : l'essentiel des leviers réside au niveau de la station de pompage. Les moteurs avec variation de fréquence, capables de s'adapter à des variations de consigne de pression et de débit ont fait leurs preuves sur les gros réseaux et sont à étudier pour les installations individuelles à consigne variable.

7. Techniques de récolte

- Tri sur moissonneuse batteuse pour la récolte de mélanges plurispécifiques.
- Plusieurs besoins sont exprimés par la filière fourrage :
    - Déterminer automatiquement le %ms dans les andains (pour les récoltes en foin, ensilage ou enrubannage) pour optimiser la date de récolte vis-à-vis des objectifs de qualité de conservation du fourrage.
    - Asservir la densité de pressage (balles rondes ou carrées) et l'injection d'agents de conservation à l'humidité du fourrage récolté pour optimiser les conditions de conservation.
    - Déployer les techniques d'asservissement de la finesse de hachage des ensileuses à la teneur en matière sèche des fourrages récoltés (ceci existe déjà sur le maïs mais pas sur les graminées).
    - Automatiser le couplage des unités de méthanisation aux installations classiques de séchage en grange pour pallier aux défauts actuels du séchage classique observés la nuit.

Annexe 2 – 26 défis apportés par les ITA

N°	Fiches projets	Technologies employées
1	Optimiser la pulvérisation des produits phytosanitaires	Pulvérisateurs électrostatiques associés à un système de détection par ultrason ou caméra
2	Capteur de gaz	Absorbance dans le proche infrarouge
3	Mesure des concentrations en métaux lourds dans le sol ou autre environnement complexe (ruche…)	Réseau de micro-électrodes au diamant dopées au Bore
4	Système d'analyse des propriétés physiques des fluides (liquide de fermentation, eaux de ruissellement…)	Couplage de méthodes optiques, chimiques, électromagnétiques…
5	Piège à varroa	Séduction olfactive : odeur répandue à l'aide d'une techno piézo-électrique
6	Suivi d'une ruche	Méthode acoustique suivie d'un traitement statistique des données
7	Pressoir instrumenté pour les pommes	Ultrasons et champs électriques
8	Main mécanisée pour récolter les fruits	Robotique
9	Détermination des contaminations de la viande par des bactéries	Electrodes diamant
10	Analyse multiparamétrique des sols (matrice et eau dans le sol)	Capteurs ISE (Ionic Selective Electrodes)
11	Analyse de composés organiques volatils	Capteurs sol-gel
12	Collecteur de particules dans l'air	Principe de la précipitation électrostatique
13	Evaluation de la qualité de la viande	Impédancemétrie
14	Contrôle des procédés dans les cuves (extracteur d'huile, cuve de fermentation)	Capteur de conductivité
15	Suivi du contenu en agents biologiques et chimiques dans le sol	Fluorescence après excitation par des LED
16	Bouchon instrumenté pour un suivi du vin	Nez électronique
17	détection prédictive des boiteries d'un animal	Accéléromètre 3D, vidéosurveillance (visible et thermique)
18	Monitoring individuel des animaux	Capteurs de mouvement, de température
19	Monitoring des porcs	Microphone, capteur de température, portique instrumenté,
20	Mirage automatique des œufs	Analyse numérique d'images
21	Réduction des troubles musculo-squelettiques en abattoir	Cobotique
22	Suivi plurifactoriel des cultures pour la détermination précoce des maladies	
23	Détection de la vitalité des poussins in ovo	Pastille de gel sensible à certains gaz
24	Analyse de métaux lourds dans des solutions aqueuses en faible concentration	Micro-concentrateur silicium/verre
25	Capteurs d'humidité enfouis	Association capteur d'humidité-puce RFID
26	Pressoir instrumenté	Capteur MEMS piézorésistif
27	Capteurs (pH, T°, gaz…) pour milieux sévères	Encapsulation des capteurs avec du diamant
28	Mesure instantanée de la patuline dans les jus de fruits	Electrode diamant dopée au Bore
29	Suivi comportemental des animaux	Caméra thermique, RFID, centrale inertielle
30	Contrôle de la fermentation du vin	Microlevier en diamant utilisé comme capteur électrochimique
31	Mesure du degré de maturation des fruits	Micro-capteurs électrochimiques basés sur une matrice d'électrodes
32	Suppression des odeurs désagréables issues des lisiers	Emprisonnement des odeurs dans de la silice poreuse
33	Unité de contrôle multi-capteurs pour exploitation agricole	Large gamme de capteurs
34	Capteurs d'humidité autonomes, sans fils	Alimentation solaire, réseaux sans fil
35	Actimétrie des vaches laitières	Balise Bonelli
36	Mesure de l'alimentation des vaches laitières	capteurs acoustique, de pression, accéléromètre

MISSION AGROÉQUIPEMENTS
CONTRIBUTION DE L'IFV

INSTITUT FRANÇAIS DE LA VIGNE ET DU VIN

Mission Agroéquipements – Position de l'IFV (Institut Français de la Vigne et du Vin)

En préambule : L'IFV et les agroéquipements, un lien fort depuis longtemps

L'institut a toujours été en lien avec les agro équipementiers innovants. Historiquement la pulvérisation a toujours eu une place très importante dans les travaux de l'IFV : efficacité des techniques de pulvérisation ou du type de matériel, réduction de la dérive des produits phytosanitaires épandus, et caractérisation fine de la pulvérisation ont fait et font toujours partie de l'activité de recherche et de partenariat avec les constructeurs grâce à un dialogue permanent.
La mécanisation de la récolte est également un thème sur lequel les fabricants de matériel et l'IFV ont noué de vraies relations de partenariat pour la mesure de l'efficacité des innovations proposées sur la qualité de la vendange.
Plus récemment, c'est dans le domaine de l'entretien des sols, et plus particulièrement celui des alternatives aux herbicides, que des collaborations se sont mises en place, pour évaluer l'intérêt de stratégies de gestion du sol et mesurer les performances d'équipements innovants, pour le désherbage mécanique par exemple, mais aussi pour la mise en œuvre de la technique des engrais verts.
Enfin, l'IFV a construit des partenariats avec les firmes développant des capteurs pour en évaluer les applications pratiques pour le vigneron.
L'IFV a toujours accordé de l'importance à la transmission de l'information pour les vignerons, en s'investissant aux cotés des organismes de développement pour animer des démonstrations de matériels d'une part, et en organisant des bancs d'essais comparatifs d'autre part, dont les résultats sont diffusés sur les sites internet de l'IFV et MATEVI (site dédié aux équipements).

Quelles innovations utiles pour le vigneron ?

Aujourd'hui l'innovation dans le matériel doit répondre aux enjeux suivants :

- Faciliter l'utilisation de matériels permettant de supprimer le recours aux herbicides. Capteurs et automatisation du centrage, du réglage de profondeur, robotisation.
- Faciliter le réglage des appareils de traitement pour optimiser l'application des produits phytosanitaires et ainsi en limiter l'utilisation. Automatisation et tableaux de bord pour les appareils de pulvérisation, traçabilité du traitement.
- Disposer d'information précise, spatialisée sur différents paramètres renseignant sur l'état du vignoble et sa qualité, et permettant d'adapter les prises de décision concernant les interventions au vignoble : pression parasitaire, développement des adventices, contrainte hydrique, état azoté, développement végétatif et qualité du raisin. Recours aux capteurs fixes, piétons ou embarqués sur tracteur.
- Permettre aux utilisateurs de maîtriser leurs coûts de production via : un entretien simplifié, une fiabilité accrue, une meilleure compatibilité d'attelage (branchements hydrauliques, prises électriques), une facilité (et / ou confort) d'utilisation qui bénéficie au débit de chantier (productivité), une simplification des tâches, une moindre consommation d'énergie fossile, plus de temps disponible pour de l'observation, la commercialisation. Robotisation, éco conception, harmonisation des attelages.

Quelles spécificités concernant la culture de la vigne ?

La vigne est un environnement assez structuré, avec des rangs (la ligne des souches) et des inter-rangs, sur lesquels les pratiques peuvent être différentes (désherbage, travail du sol ou enherbement). Cette structuration de l'espace est plutôt favorable a priori au développement de systèmes de guidage s'appuyant sur des capteurs physiques ou de la vision. La difficulté peut venir de la configuration du terrain (pente/dévers), mais aussi de la densité de plantation et des modes de conduite de la canopée (hauteur, largeur de la haie végétative) qui peuvent varier énormément. Cela représente un défi permanent pour les constructeurs de matériel qui sont souvent confrontés à des cas particuliers. La fabrication d'un engin viticole s'apparente parfois à de la haute couture sur mesure.

Une culture en ligne, avec des interventions parfois nombreuses et répétées pose la question du tassement des sols sur les rangs de passage. La conception des tracteurs, porteurs et outils utilisés doit prendre en compte la répartition des masses et son impact potentiel sur la dégradation des sols.
Enfin la vigne est une plante pérenne et les matériels qui y sont utilisés se doivent d'être précis pour éviter les blessures sur les ceps, d'autant que par nature, ils sont utilisés près de la végétation pour les opérations en vert ou près de la base des ceps pour le désherbage mécanique par exemple. En outre le matériel ne doit pas dégrader le palissage (piquets, fils, amarres).

Quels sont les projets en cours à l'IFV ?

Le positionnement de l'IFV dans les UMT - RMT actuels ou en cours de montage est décrit dans la note rédigée par l'ACTA. Pour rappel :

- UMT ECOTECH VITI (IFV IRSTEA- Montpellier Supagro) : pulvérisation
- *Projet de RMT AGROETICA (AGROEquipement et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Agro écologie, en cours de rédaction)*

L'IFV a répondu présent à l'appel à projet « mobilisation collective pour l'agro-écologie », en s'engageant auprès des groupes de viticulteurs sur des projets innovants tels que pour l'entretien du sol par exemple (utilisation des engrais verts, vignoble de Gaillac), ou avec la cave de Tutiac en Gironde. Ces projets intègrent un volet mécanisation important car les techniques mises en œuvre requièrent des investissements matériels spécifiques.

En ce qui concerne la robotisation, l'Institut est associé à une start-up Toulousaine (Naïo) dans le cadre d'un projet soutenu par la région Midi-Pyrénées pour le développement d'un robot viticole. Un projet Européen sur le même thème est travaillé avec l'entreprise Raussendorf (Allemagne).

Le projet casdar VITINNOBIO, piloté par l'IFV et qui vise à identifier l'innovation chez les viticulteurs et à en évaluer la transférabilité, devrait être un bon moyen de repérer les besoins d'évolution de la mécanisation pour les itinéraires innovants à bas niveau d'intrants.

Les capteurs et la viticulture de précision sont aussi travaillés à travers des partenariats étroits. Dans le cadre du projet européen INNOVINE (KBBE), l'adaptation et la création de capteurs non destructifs pour évaluer la qualité d'une récolte sont travaillés avec la société Force-A d'un côté et l'IRSTEA de l'autre. Dans ce même projet, l'IFV développe la notion de Plan de Traitement Optimisé, outil cumulant différentes informations spacialisées pour optimiser les traitements phytosanitaires.
Parallèlement, au sein de projets nationaux et régionaux, des partenariats sont établis, comme avec le CIVC pour l'adaptation du Physiocap aux vignobles du Sud-ouest ou avec les sociétés ITK ou Fruition pour l'élaboration d'OAD avec par exemple en Midi-Pyrénées la cartographie cep par cep d'un grand nombre de paramètres de suivi du vignoble, dont la circonférence des troncs, en lien avec les caractéristiques des raisins.

On peut aussi citer les partenariats avec

Attentes par rapport à cette mission :

1. Renforcement des moyens alloués à l'expérimentation et aux bancs d'essais de matériels (tous matériels confondus) pour obtenir des références fiables sur les équipements utiles dans la transition agro-écologique.
2. Renforcement des moyens alloués à la diffusion des résultats en question, l'enjeu étant la modernisation et la réactivité.
3. Formalisation d'une organisation pilotée par les instituts en coordination avec les équipementiers pour la mise en place concertée de bancs d'essais, de tests privés et de développement de prototypes innovants dans les configurations de vignoble les plus pertinentes. Cela suppose l'identification au niveau national de priorités en termes d'équipements pour les vignerons par grandes régions viticoles.

MISSION AGROÉQUIPEMENTS
CONTRIBUTION DE L'ITB

CONTRIBUTION DE L'INSTITUT TECHNIQUE DE LA BETTERAVE

Contribution de l'ITB à la Mission agroéquipements

L'ITB développe des activités concernant les Agroéquipements. Cette activité trouve son origine dans l'importance pour la culture de matériels spécifiques d'une part, comme les semoirs de précision ou les arracheuses et d'autre part de l'impact très important pour l'implantation de la préparation du sol. Les activités permettent donc de développer une expertise sur plusieurs types d'agro-équipement dont plus spécifiquement les semoirs, le matériel de préparation du sol, les bineuses, le matériel de récolte, ainsi que les déterreurs. Au-delà de la connaissance des machines, il s'agit d'étudier les conditions d'utilisation, les réglages, les performances, les coûts, les modes d'utilisation pour proposer des améliorations tant en termes de qualité du travail de compétitivité et d'impact environnementaux. Cette expertise débouche naturellement sur le conseil, le développement et la formation. Les moyens mis en œuvre sont :

- La veille technique sur les nouvelles techniques et les nouveaux matériels ;
- La réalisation d'enquêtes qui permettent de connaître les équipements existants ;
- L'expérimentation : essais comparatifs de machines, tests d'équipements nouveaux ;
- Communications écrites et orales : articles, réunions, organisation de démonstrations ;
- Formation de chauffeurs, de technicien de sucrerie.

Les attentes sociétales et gouvernementales en matière d'agro-écologie confortent la direction prise par l'ITB depuis 2009 de réaliser des actions de promotions des techniques de désherbage combiné (mécanique et chimique). Ces dernières années, l'ITB a organisé trois démonstrations dynamiques de désherbage mécanique combiné et un grand salon de la betterave en 2011 pour présenter au public de manière dynamique l'ensemble des machines d'arrachage et de déterrage disponible sur le marché. D'autre part, l'ITB participe à des projets multipartenaires sur des problématiques liés aux agro-équipements comme les projets EcoHerbi ou Perfbet sur l'étude de la performance et l'organisation de chantiers de récolte. Ce projet, en collaboration avec la recherche (IRSTEA) et les utilisateurs de machines (CUMA et Entreprises de travaux agricoles) nous a permis d'acquérir des données sur toute la période de récolte et la création d'un OAD à destination des utilisateurs de machines (EDT/CUMA).

Les projets de l'ITB en matière d'agro-équipement comprennent la participation au RMT AGROETICA (agro-équipement et Technologie de l'information et de la communication pour l'Agro-écologie) qui a pour but de développer des relations et des projets sur cette thématique entre la recherche, l'enseignement, le développement agricole et les industriels. Plus axé sur l'agro-écologie mais qui pourrait faire émerger des nouvelles techniques et la nécessité de nouveaux agro-équipements, le projet SYPPRE (Systèmes de Production Performants et Respectueux de l'Environnement) s'inscrit dans un objectif partagé par les filières des grandes cultures partenaires de produire plus tout en produisant mieux avec des modes de production qui respectent l'environnement. Il cherchera à combiner les leviers classiques mis en œuvre au niveau de l'itinéraire technique avec la construction de systèmes de culture et de systèmes de production innovants. La simplification des opérations de travail du sol : travail localisé, guidage sont également des actions engagées. Des événements de transfert et d'appropriation des innovations techniques sont programmés pour les années à venir : une démonstration de désherbage mécanique combiné en 2015 en Normandie et le prochain salon de la betterave en 2016.

Les attentes de l'ITB en matière d'amélioration des agro-équipements sont:

- Le développement de techniques de désherbage mécanique combiné adapté à un débit de chantier satisfaisant (plus grande largeur, guidage plus précis)
- Evaluation des méthodes de travail du sol localisé ;
- Adaptation des semoirs aux semis des couverts végétaux
- Innovation au niveau des pneumatiques pour limiter l'impact sur le sol des matériels de récolte
- Outils d'aide à l'organisation de chantier : avec l'augmentation des durées de campagne et l'orientation de la gamme de matériel de récolte vers des machines à grande capacité nécessitant des plans de charge élevés apparaissent le problème de récolte en mauvaise conditions qui a des conséquences environnementales et sur le temps de travail.

MISSION AGROÉQUIPEMENTS
CONTRIBUTION DE L'IDELE

INSTITUT DE L'ÉLEVAGE

INRA Prod. Anim.,
2014, 27 (2), 111-120

L'élevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs

N. HOSTIOU[1,2,3,4], C. ALLAIN[5], S. CHAUVAT[6], A. TURLOT[7], C. PINEAU[8], J. FAGON[9]
[1] Inra, UMR1273 Métafort, F-63122 Saint-Genès Champanelle, France
[2] AgroParisTech, UMR1273 Métafort, F-63170 Aubière, France
[3] Clermont Université, VetAgro Sup, UMR1273 Métafort, F-63370 Lempdes, France
[4] Irstea, UMR1273 Métafort, F-63170 Aubière, France
[5] Institut de l'Elevage, BP 85225, F-35652 Le Rheu, France
[6] Institut de l'Elevage, SupAgro, F-34060 Montpellier, France
[7] Centre Wallon de Recherches Agronomiques, 5030 Gembloux, Belgique
[8] Chambre d'Agriculture de la Sarthe, F-72100 Le Mans, France
[9] Institut de l'Elevage, F-31321 Castanet-Tolosan, France
Courriel : nhostiou@clermont.inra.fr

L'émergence de l'élevage de précision s'explique principalement par la recherche constante d'amélioration de l'efficience et de la productivité des élevages pour répondre au contexte économique et structurel actuel. Mais l'introduction de technologies nouvelles, dans un élevage, *via* l'utilisation d'automatismes, de capteurs et de technologies de l'information et de la communication modifie le travail et le métier d'éleveur.

L'émergence de nouvelles technologies et leur utilisation en élevage, donnant naissance à l'élevage de précision, apparaît comme un des leviers d'action possible pour répondre au besoin de développement d'un élevage durable (Eastwood *et al* 2004). Plusieurs raisons expliquent le développement de l'élevage de précision au cours de ces dernières années. Quel que soit le type de production ou l'espèce concernée, la taille des élevages français et européens augmente chaque année (Gambino *et al* 2012). Cette évolution est en partie motivée par les perspectives d'évolution des politiques agricoles communes (fin des quotas), la volatilité du coût des matières premières et du prix de vente des produits qui rendent les marges de profits plus minces (Bewley 2010). Par conséquent, l'accroissement, même faible, de la productivité ou de l'efficience des élevages est devenu un enjeu important pour améliorer leur efficacité économique. De plus, les éleveurs doivent faire face aux demandes sociétales et aux contraintes législatives croissantes. Ainsi, la qualité sanitaire et gustative des produits, la limitation des risques d'épizootie, la diminution de l'utilisation des traitements vétérinaires, la prise en compte du bien-être animal ou encore l'impact de la production sur l'environnement sont devenus des sujets majeurs de préoccupation pour les consommateurs, qui peuvent inciter à l'utilisation de technologies de l'information (Berckmans 2004, Wathes 2007).

Parallèlement à ces constats, des sauts technologiques dans la microélectronique, l'informatique, les télécommunications et désormais les nanotechnologies, ont eu lieu. Leur utilisation massive dans d'autres industries a permis de réduire considérablement leur coût. Ainsi, par exemple, le succès mondial des téléphones mobiles ou encore des jeux vidéo a eu un impact important sur la diminution des coûts des technologies de communication sans fil ou des capteurs comme les accéléromètres, les GPS, ou les technologies d'imagerie numérique, etc. Cela favorise de fait leur utilisation pour d'autres applications comme l'élevage de précision (Berkmans 2011).

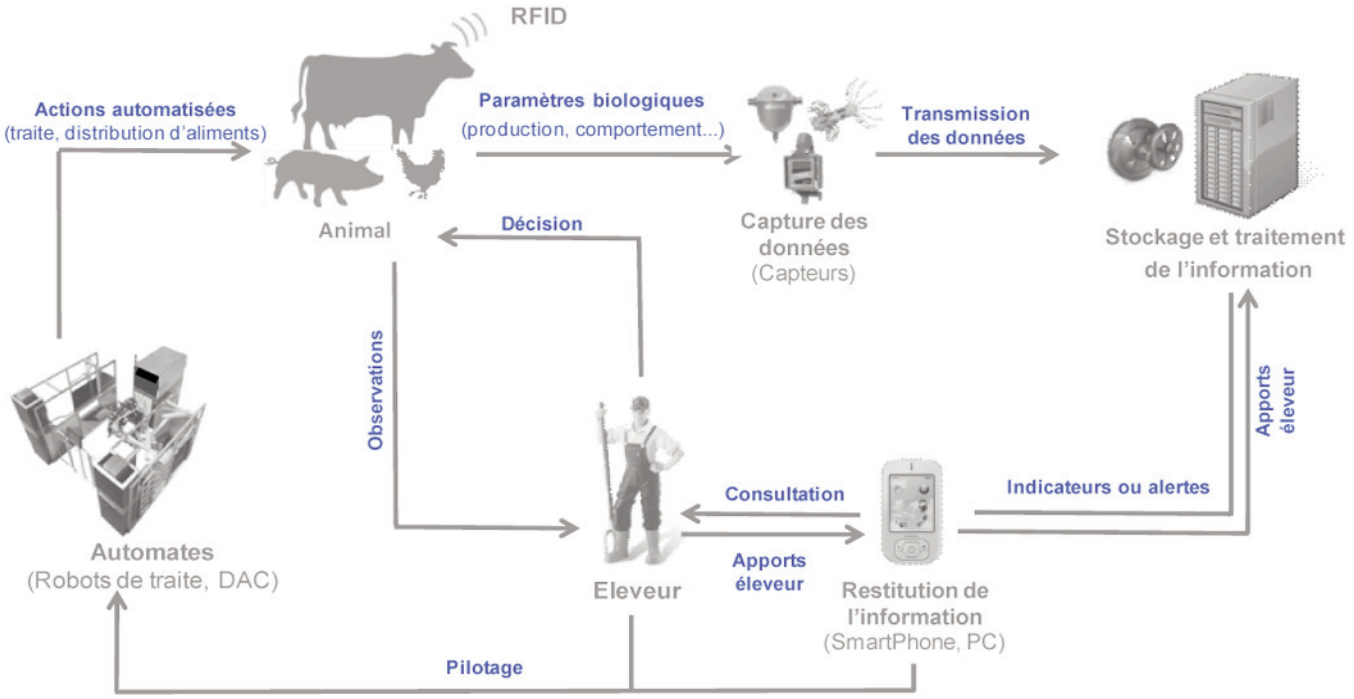
Concomitamment à l'accroissement de la taille des élevages, les charges de travail administratives, techniques, organisationnelles ou logistiques ont significativement augmenté rendant difficile le suivi individuel de ses animaux par l'éleveur (Berckmans 2004). Ces changements s'accompagnent d'évolutions modifiant les rapports des éleveurs à leur travail avec des attentes d'un travail maîtrisé et distinct de la vie familiale. La volonté de préserver du temps libre prend le pas sur le « labeur paysan », où vie privée et travail sont confondus (Barthez 1986). L'élevage de précision permettrait donc de réduire la charge de travail des éleveurs en les déchargeant de certaines tâches physiques (distribution d'aliment, traite, surveillance…) ou mentales (identification et suivi des animaux malades, gestion de certaines informations et prise de décision…). Cependant, si l'allègement de la charge de travail est mis en avant comme un des facteurs favorisant l'adoption de technologies de précision dans les élevages, ses conséquences sur le travail restent encore peu connues. L'objectif de cette synthèse, à partir de la littérature scientifique et professionnelle, est de rendre compte des effets de l'élevage de précision sur l'organisation du travail de l'éleveur (durées, tâches), sur la pénibilité physique et mentale, sur les relations à l'animal ainsi que des évolutions accompagnant le métier.

1 / Définition et principes généraux de l'élevage de précision

1.1 / Concept et objectifs de l'élevage de précision

Différentes définitions de l'élevage de précision sont proposées dans la littérature. Bewley (2010) définit l'élevage laitier de précision comme l'utilisation de technologies permettant de mesurer des indicateurs physiologiques, comportementaux ou de production sur les animaux pour améliorer les stratégies de gestion du troupeau et les performances de l'élevage. Ces performances peuvent être économiques, sociales ou environnementales

Figure 1. *Représentation schématique du concept de l'élevage de précision (Allain* et al *2012).*
Le couplage de capteurs mesurant des paramètres biologiques avec des technologies de l'information et des automates permet d'assister l'éleveur dans ses prises de décision et d'alléger la réalisation des tâches d'élevage.



(Eastwood *et al* 2004). Selon Berckmans (2012), il s'agit du pilotage de l'élevage grâce à la surveillance et aux enregistrements de mesures automatisées et en temps réel de la production, de la reproduction, de la santé et du bien-être des animaux. Une définition relativement consensuelle aux différentes filières animales peut être proposée.

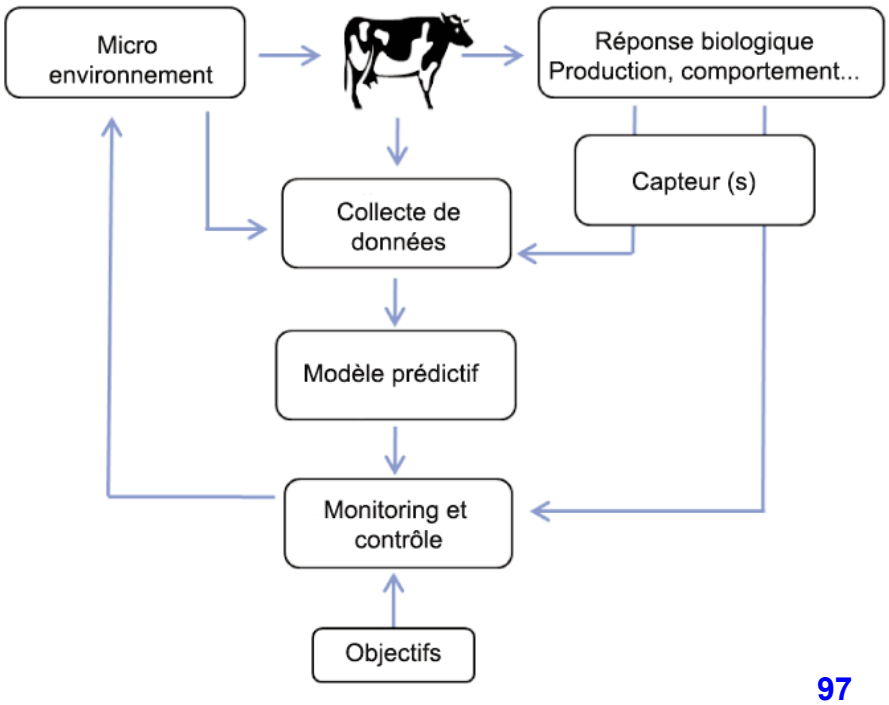
L'élevage de précision, c'est l'utilisation coordonnée de capteurs pour mesurer des paramètres comportementaux, physiologiques ou de production sur les animaux ou les caractéristiques du milieu d'élevage (température, hygrométrie, ventilation…), de Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) pour échanger, stocker, transformer et restituer ces informations à l'éleveur afin de l'aider dans sa prise de décision en complément de ses observations.

L'utilisation d'automatismes permettant de décharger l'éleveur de certaines tâches astreignantes (traite, alimentation, régulation de l'ambiance des bâtiments) peut également être associée à l'élevage de précision, s'ils sont couplés à l'utilisation de capteurs et de technologies de transfert d'informations. En effet, ces automatismes peuvent en général être déclenchés, régulés ou pilotés grâce aux capteurs qu'ils contiennent. La figure 1 schématise cette définition de l'élevage de précision.

1.2 / Principes généraux

Selon Aerts et al (2003), Berckmans (2004) et Whates (2007), plusieurs conditions doivent être réunies pour permettre un monitoring et un pilotage continu de l'élevage. D'abord, des variables animales doivent être mesurées et analysées en continu à une échelle de temps appropriée à l'aide de capteurs. Ces variables peuvent être par exemple le poids vif, la quantité d'aliments ingérée, le comportement alimentaire (ingestion, mastication, rumination, fréquence des bouchées), social (chevauchements, bagarres...), ou encore des paramètres physiologiques (température et pH corporels, composition ou caractéristiques physico-chimiques du lait...). Dans un second temps, un modèle prédictif qui se veut le plus fiable possible de la réponse de l'animal aux conditions environnementales (alimentation, climat, conduite d'élevage…) doit être développé. C'est la comparaison entre ce qui est attendu (calculé par ce modèle mathématique) et ce qui est mesuré par les capteurs qui va permettre de détecter les animaux présentant un problème et

Figure 2. *Principes généraux de l'élevage de précision (d'après Aerts* et al *2003).*



nécessitant une attention particulière de la part de l'éleveur. Enfin, le modèle prédictif ainsi que les mesures effectuées sont intégrés dans un algorithme de façon à automatiser le monitoring et le pilotage de l'élevage, voire le contrôle en temps réel de l'environnement, matérialisé par des alertes transmises aux éleveurs (par Smartphone, ordinateur). Une vision schématique de ces éléments est représentée en figure 2. Récemment, Rutten *et al* (2013) ont également décrit schématiquement ces mêmes principes en y ajoutant une étape d'intégration de l'information prenant en compte d'autres données (économiques, stratégiques, historiques), ainsi qu'une étape de prise de décision par l'éleveur. La précision attendue en « élevage de précision » porte donc sur la qualité et de la fiabilité du suivi (ou monitoring) de chaque individu du troupeau ou de chaque lots d'animaux (porcs, volailles), au niveau de ses réponses physiologiques et comportementales aux conditions d'élevage dans le temps (Meuret *et al* 2013).

1.3 / Exemples d'élevage de précision

L'élevage de précision se développe dans les différentes filières animales. Ont d'abord été concernés les élevages de porcs et de volailles (Meuret *et al* 2013). Mais depuis quelques années, les technologies se sont développées plus particulièrement en élevage laitier avec une offre croissante et des centaines d'élevages équipés chaque année. De nombreux producteurs laitiers utilisent déjà depuis plusieurs années des compteurs à lait électroniques permettant de mesurer la production laitière avec précision, des podomètres visant à détecter l'augmentation du nombre de pas concomitante aux chaleurs ou encore l'analyse de la conductivité du lait pour la détection des mammites. Toutefois, l'offre disponible s'est fortement étoffée ces cinq dernières années pour la détection plus ciblée des chaleurs, des vêlages ou encore des troubles infectieux ou métaboliques. Ainsi, des capteurs permettant de mesurer plus finement des paramètres comportementaux (position debout/ couchée, activité physique dans plusieurs dimensions de l'espace, mouvements de la queue, temps de rumination) ont été développés. Différents dispositifs d'analyse du lait en ligne permettant désormais de connaître la composition du lait (matière grasse, matière protéique, lactose), sa qualité (leucocytes, sang), la présence d'enzymes (lactate déshydrogénase), d'hormones (progestérone) ou de corps cétoniques (béta hydroxy butyrate), font désormais partie intégrante des nouveaux modèles de robots de traite. Plus récemment, des capteurs utilisés *in vivo* mesurant la température corporelle (vaginale ou ruminale) ainsi que le pH ruminal ont été proposés pour la détection précoce des vêlages, des troubles de santé infectieux ou métaboliques.

Parallèlement, de nombreux systèmes ont été testés dans le cadre de projets de recherche, mais ne sont pas encore utilisés par les éleveurs laitiers. Ainsi l'analyse de la vocalisation comme indicateur du bien-être animal (Ikeda et Ishii 2008), la mesure du temps d'ingestion d'herbe au pâturage (Ueda *et al* 2011), l'analyse vidéo de la posture ou de la démarche pour détecter les boiteries (Song *et al* 2008), la notation d'état corporel à partir d'images numériques (Bewley *et al* 2008) sont quelques exemples de technologies encore à l'étude, mais qui pourraient déboucher sur des outils utilisables au quotidien par les éleveurs laitiers dans les années à venir. Des dispositifs de surveillance sont également développés pour les systèmes d'élevage plus extensifs, par exemple en production ovine (Bocquier *et al* 2014, ce numéro).

La production porcine n'est pas en reste. De nombreuses publications présentent l'utilisation d'enregistrement de la vocalisation et de l'activité physique en rapport avec le bien-être et la santé, le comportement lors de la mise-bas, la croissance et la composition corporelle (Berckmans 2004, Whates 2007). Certains de ces développements initialement issus de la recherche sont maintenant disponibles sur le marché ; c'est par exemple le cas du « *Pig Cough Monitor* » destiné à détecter les infections respiratoires à partir des enregistrements des sons liés à la toux (Vandermeulen *et al* 2013) ou encore le système « *SowCam* » pour la surveillance automatique de la mise-bas des truies. De récentes applications basées sur l'utilisation de stimuli sonores associés à la distribution d'aliments ont montré leur efficacité pour réduire l'agressivité des porcs en croissance (Ismaliyova *et al* 2013) et des truies gestantes élevées en groupe (Manteuffel *et al* 2013). En pratique, l'application des nouvelles normes de bien-être, induisant des modifications conséquentes des bâtiments d'élevage, ont favorisé l'élevage de précision pour la conduite des lots de truies. Un exemple concret est l'utilisation de distributeur automatique de concentrés pour l'alimentation individualisée des truies en fonction de leur état corporel.

En aviculture, plusieurs études synthétisées par Berckmans (2004), ont été menées sur la valorisation de l'imagerie numérique ou du son pour détecter des troubles de santé, mesurer le comportement alimentaire, contrôler la répartition des animaux dans le bâtiment ou évaluer leur bien-être. Plus récemment, Nakarmi *et al* (2013) ont testé l'utilisation de l'imagerie numérique en trois dimensions pour caractériser les comportements de ponte des poules pondeuses. Afin d'envisager le ramassage robotisé des œufs pondus au sol, Vroegindeweij *et al* (2013) ont développé un modèle permettant de prévoir leur localisation spatiale la plus probable dans le bâtiment. En production de volailles de chair, l'évolution du marché s'est fortement orientée sur la découpe de l'animal, avec *in fine*, la volonté de produire, par exemple, des cuisses ou des filets dans une fourchette restreinte de poids. Comme l'indiquent Guérot et Ruault (2013), le métier d'éleveur se trouve profondément modifié : en plus d'élever un animal sur une période définie, celui-ci doit être dans une gamme de poids très précise. L'utilisation d'outils de précision prend alors tout son sens, comme l'utilisation de pesons automatiques. Alors que la gestion de l'alimentation des poulets de chair se fait habituellement par lots en raison du grand nombre d'individus, Aydin *et al* (2013) ont récemment montré que l'utilisation de technologies à bas coût comme les microphones et les puces RFID (« *Radio Frequency Identification* ») permettaient de mesurer de façon fiable la consommation individuelle des animaux.

2 / Conséquences sur différentes dimensions du travail

2.1 / Gains de temps

Outre les raisons technico-économiques (améliorer les performances de reproduction, détecter précocement les troubles de santé…) motivant l'adoption des technologies de précision, la question du temps de travail est aussi évoquée par les éleveurs (Jago *et al* 2013). En effet, pour les différentes filières animales, l'élevage de précision est présenté comme un levier qui permettrait d'économiser le temps de travail des éleveurs, en particulier sur certaines tâches jugées astreignantes ou pénibles physiquement (Smith et Lehr 2011). Cette recherche du gain de temps se justifie par plusieurs facteurs : la réduction de la main-d'œuvre familiale sur les exploitations, les attentes exprimées par les éleveurs pour se libérer du temps ou encore la recherche d'une productivité accrue du travail (Smith et Lehr 2011).

Des études permettent de quantifier le gain de temps obtenu par certaines technologies de précision, en particulier pour les postes les plus consommateurs en travail mais pouvant être automatisés : la traite et l'alimentation (Chauvat *et al* 2003). Les études sur le robot de traite, technologie regroupant le plus d'automatismes et d'analyses, actuellement en plein essor, mettent en avant un

Encadré 1. *Gain de temps permis par une combinaison de divers automates.*

84 éleveurs laitiers spécialisés dont 7 Fortement Automatisés (FA) ont été suivis dans le cadre d'une étude menée en Wallonie (Turlot 2013). Ces éleveurs ont des exploitations disposant d'au moins un robot de traite combiné à d'autres automates (DAC, DAL, racleur…). Leur travail d'astreinte est plus faible que celui des éleveurs sans automates et leur efficience meilleure (3h54/1 000 litres produits *vs* 7h36). Ces éleveurs FA gèrent des exploitations de taille plus importante avec un nombre de travailleurs comparable. Les exploitants réalisent la quasi-totalité du travail d'astreinte (96%) alors que les autres bénéficient de l'aide de bénévoles pour plus de 10% de ce travail quotidien.

Caractéristiques des exploitations wallonnes suivies

	Exploitations FA	Autres exploitations
Nombre	7	77
SAU (ha)	89	55
UTH	1,6	1,5
Nb de personnes dans la Cellule de Base*	1,6	1,6
Nombre de vaches laitières	95	68
Quota (1 000 litres)	772	488
Travail d'astreinte (h/an)	2 349	3 256
Travail d'astreinte (h/1 000 litres)	3h54	7h36

*Cellule de base = ensemble des travailleurs permanents qui organisent et réalisent le travail sur l'exploitation et qui sont directement intéressés au revenu.

gain moyen de 20% du travail d'astreinte journalier total, soit en moyenne 2 minutes par jour et par vache, ce qui correspondrait à un gain de 2 heures par jour pour un cheptel de 60 vaches (Billon et Pomiès 2006, Jegou *et al* 2007). Le gain de temps, obtenu grâce à l'automatisation de l'alimentation des animaux adultes, est la première raison citée par les éleveurs pour acquérir ces équipements. Ce gain peut aller jusqu'à 3 heures par jour pour un cheptel de 60 vaches laitières (Pellerin 2000, Nydegger et Grothmann 2009). L'automatisation de l'alimentation pour les jeunes animaux se développe également en élevage laitier. Cet équipement enregistre la fréquence des passages des veaux permettant d'ajuster la consommation à l'âge, la taille et l'état de santé (Rodenbourg 2007). Environ 38 minutes par jour seraient économisées pour 40 à 50 veaux (Rodenburg 2007). Le couplage de plusieurs automatismes dans les exploitations peut conduire à des réductions conséquentes du volume de travail. Une étude wallonne rapporte que la présence d'un robot de traite combiné à d'autres automates (Distributeur Automatique de Concentrés (DAC), Distributeur Automatique de Lait (DAL), racleur…) permet aux exploitants d'avoir un temps de travail d'astreinte plus faible comparativement à celui des éleveurs sans automate ni robot de traite (3h54/1 000 litres produits *vs* 7h36) (Turlot 2013) (encadré 1).

La collecte automatisée de données par les capteurs, leur stockage et leur traitement centralisé ainsi que leur restitution sous forme d'alertes ou de rapports synthétiques peuvent aussi permettre aux éleveurs de gagner un temps considérable dans le traitement de l'information et la prise de décision (Banhazi *et al* 2012). Ces dispositifs d'élevage de précision fournissent aux éleveurs les informations pertinentes dont ils ont besoin pour la gestion quotidienne du troupeau en leur permettant de se focaliser uniquement sur les animaux nécessitant une attention particulière. Ce pilotage du troupeau par l'exception (Bewley 2010) peut entraîner un gain de temps réel dans les grands troupeaux où l'observation quotidienne est délicate. Les capteurs se révèlent d'une grande aide pour alléger les tâches demandant du temps et du savoir-faire (détection des chaleurs, des mammites, des boiteries, des troubles métaboliques...), lorsque la taille du troupeau augmente ou lorsqu'il est difficile de trouver un salarié expérimenté. Ainsi par exemple, alors qu'un vacher expérimenté est capable de détecter en moyenne 50 à 55% des chaleurs chez ses vaches (Chanvallon *et al* 2012), un détecteur automatisé atteint des performances de 59 à 99% (Rutten *et al* 2013). Pour un troupeau de 400 vaches laitières en vêlages groupés, le gain de temps pour la détection des chaleurs peut aller jusqu'à 2 heures par jour (Jago 2011).

En élevage porcin, l'utilisation de sondes enregistrant la vitesse d'ingestion par les truies permettrait d'ajuster les distributions d'aliments grâce aux alarmes permettant à l'éleveur de repérer celles n'ayant pas consommé. La surveillance des auges n'est donc plus nécessaire car l'éleveur se concentre directement sur les animaux concernés. La suppression de la gestion des refus ainsi que la distribution manuelle seraient également sources de gain de temps.

2.2 / Réinvestissement du temps libéré

Le gain de temps permis par ces technologies est réinvesti de différentes manières selon les éleveurs. Certains voient l'opportunité d'améliorer la productivité du travail que le troupeau s'agrandisse ou non *« Australian Sheep Industry Cooperative Research Centre 2007, Rodenburg 2007 »*. D'autres éleveurs concentrent davantage leurs efforts sur les alertes et la gestion des vaches nécessitant une attention particulière. Cependant, certains d'entre eux citent qu'avec l'utilisation de capteurs et le suivi informatique de leurs animaux, ils peuvent passer plus de temps à observer leur troupeau à des moments plus opportuns. Par exemple, un éleveur note « *Avec la traite en moins, je travaille aux logettes, au paillage et surtout au milieu du troupeau. J'observe le troupeau de l'intérieur. Le suivi informatique simplifie la conduite. C'est une aide qui permet d'anticiper les chaleurs, la surveillance des vêlages, les problèmes de mammites…»* (Huchon 2013). Pour d'autres, le temps gagné a servi à se diversifier, à développer une activité annexe (gîtes à la ferme) voire à consacrer plus de temps à leur famille (Turlot 2011).

2.3 / Pénibilité physique et mentale

Les technologies de précision conduisent aussi à réduire la pénibilité physique du travail en déchargeant l'éleveur de tâches contraignantes (Jago *et al* 2013). C'est le cas du robot de traite qui modifie la nature du travail car le travail physique lié à la traite est remplacé par des tâches de surveillance des animaux et de gestion des informations fournies par l'ordinateur (de Koning 2010). En élevage ovin, les cages de pesée automatique des agneaux couplées à l'identification électronique et à une liaison wifi pour la transmission des informations vers l'ordinateur de stockage limitent les manipulations des animaux et améliorent le confort de travail. En effet, le nombre d'opérations sur le troupeau est diminué grâce aux alertes qui ciblent les interventions. Les dérangements pendant la nuit sont ainsi moins fréquents.

Les capteurs sont également un moyen d'alléger le stress des éleveurs en déléguant la responsabilité de la détection de l'évènement (apparition des chaleurs, déclenchement d'un vêlage, vitesse de mise bas, suspicion de mammite…). Les signes cliniques des troubles patholo-

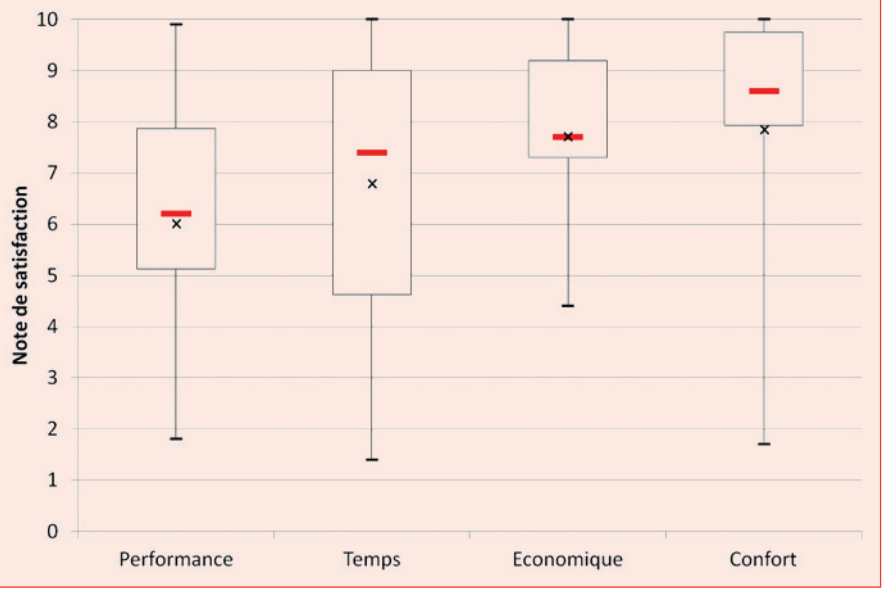
giques observables par l'éleveur sont souvent précédés de signes physiologiques peu ou non visibles par l'œil humain (changement de température, fréquence cardiaque, changement de concentration d'une hormone...), mais détectables par ces technologies. L'éleveur est alors capable d'intervenir plus tôt, voire d'anticiper l'expression clinique des troubles de santé et ainsi éviter des complications liées à une prise en charge trop tardive qui lui demanderaient un travail et un coût supplémentaires (tri de l'animal, traitement, traite/alimentation séparée). Ces nouvelles technologies, si elles représentent une aide au diagnostic, ne pourront complètement remplacer le savoir-faire et l'expérience de l'éleveur pour identifier les animaux nécessitant une intervention (Bewley 2010).

Cependant, la charge mentale peut aussi s'alourdir lorsque les problèmes s'accumulent. C'est le cas des éleveurs pionniers qui testent de nouveaux systèmes et qui en subissent les conséquences. La question de la robustesse à la fois des équipements et des règles de décisions est alors particulièrement importante. Se pose d'ailleurs la question de la responsabilité financière des dérives ou de problèmes qui seraient liés soit à de mauvaises mesures (dysfonctionnement d'un capteur) soit à de mauvaises règles de décision (mauvais modèle de prédiction de la réponse animale). Un point crucial est l'analyse des alertes/informations reçues sur l'ordinateur ou sur le téléphone portable, pouvant devenir trop complexe car non adaptée aux besoins et aux compétences des éleveurs (Wathes 2007). La gestion des alarmes est pointée comme une source de stress, et rend donc nécessaire d'établir des priorités pour décider à quel moment intervenir (encadré 2). Dans le cas du robot de traite, des erreurs peuvent apparaître à tout moment du jour ou de la nuit, impliquant la présence d'une personne à proximité pour répondre aux alertes (De Koning 2010). Ainsi le fait de recevoir en permanence des informations peut renforcer le sentiment des éleveurs d'être corvéables à merci. Le stress peut aussi être renforcé par les risques accrus de pannes dans des systèmes fortement automatisés (pilotage électronique de l'ambiance des bâtiments en volaille, de systèmes d'alimentation en élevages porcins…). De plus, la présence d'outils technologiques dans une ferme rend le remplacement de l'éleveur plus complexe. Un agriculteur wallon explique qu'il a dû trouver dans son entourage un « binôme technologique » qui sait gérer son robot de traite (au quotidien mais également en cas de problème) ce qui lui permet de s'absenter l'esprit tranquille (Turlot 2011).

Encadré 2. *Retours d'expérience d'éleveurs sur la détection automatisée des chaleurs (Pupin 2013).*

Pour évaluer le retour d'expérience d'éleveurs utilisateurs d'outils d'élevage de précision, une série d'entretiens semi-directifs a été menée chez 21 éleveurs laitiers équipés de détecteurs automatisés des chaleurs (podomètres, activité-mètres). Ils ont été choisis selon des critères de taille de troupeau (petite, moyenne, grande), de production par vache (moyenne ou forte) et d'étalement des vêlages (groupé ou étalé). Ils ont notamment été interrogés sur leur satisfaction *a posteriori* vis-à-vis de l'équipement utilisé. Leur degré de satisfaction sur les gains en confort et temps de travail, les performances de détection des chaleurs et les gains économiques a été évalué sur une échelle de notation de 0 (pas du tout satisfait) à 10 (très satisfait). Le premier motif de satisfaction concerne le gain en confort de travail apporté par ces technologies. C'est le domaine pour lequel les notes sont les plus élevées (figure ci-dessous). Un éleveur explique qu'il est « *plus rassuré, surtout quand les vaches sont au pâturage et que je ne peux pas les observer* ». Un autre confirme que « *cela permet de détecter les vaches que je ne vois pas en chaleurs et donc ça me rassure dans ma prise de décision quand je ne suis pas sûr de moi* ». En revanche, un éleveur mentionne le fait que cette nouvelle technologie peut aussi générer du stress supplémentaire : « *il faut que j'aille sur mon PC et que j'interprète la courbe lorsqu'il y a une alerte. Et les courbes ne sont pas faciles à lire* ». Les gains de temps permis par les détecteurs automatisés des chaleurs arrivent en troisième position, mais avec des notes de satisfaction relativement étalées. Ainsi un éleveur explique que « *quand on veut passer du temps pour détecter les chaleurs, c'est 1 heure tous les jours. Nous on est à beaucoup moins* ». Un autre précise que « *ça nous fait gagner du temps, et comme ça, le soir, on part, on ne regarde même pas les bêtes* ». En revanche, ces dispositifs peuvent également générer de nouvelles charges de travail. Par exemple, « *ça prend du temps d'enlever les colliers et de les remettre* » ou « *de vérifier tous les jours si les colliers n'ont pas été perdus ou si la puce fonctionne* ».

Notes de satisfaction après équipement de détecteurs automatisés des chaleurs pour différents critères de gains (*n = 21*).



2.4 / Réorganisation du travail et nouvelles compétences

L'introduction de l'élevage de précision crée de nouvelles activités de surveillance et de gestion des automates ou encore d'analyse des données issues des logiciels (repérage des alertes...). Par exemple, le robot de traite induit de nouvelles tâches pour son contrôle deux à trois fois par jour associées à des observations visuelles des vaches (Lind *et al* 2000, De Koning *et al*, 2002 cité par De Koning 2010). A l'inverse, certaines tâches sont supprimées ou réalisées à d'autres moments de la journée. Par exemple, la surveillance des vaches ou des porcs est effectuée à partir d'une tablette numérique, et non plus depuis le bâtiment d'élevage. Le contrôle à distance des bâtiments et équipements d'élevage est particulièrement développé en élevage avicole et porcin (vidéosurveillance, contrôle des DAC, paramètres d'ambiance dans les bâtiment...). Plus que le gain de temps économisé, c'est l'amélioration de la souplesse du travail qui est mise en avant par les éleveurs (encadré 2). En effet, l'utilisation de certaines technologies leur permet de se libérer du temps le week-end ou la journée et de diminuer les interventions de nuit, souvent considérées comme pénibles, grâce à leur ciblage (détecteurs de vêlage par exemple). Ces attentes exprimées par les éleveurs renvoient aux nouveaux rapports entre travail et vie privée qui ont modifié fortement leurs conceptions du métier (Dufour et Dedieu 2010). Cependant, la modification des horaires de travail peut créer de nouvelles tensions. C'est le cas d'un éleveur laitier wallon qui explique qu'il est plus

difficile de commencer à travailler tôt lorsqu'il n'y a plus l'astreinte de la traite (Turlot, communication personnelle). Ces changements dans les tâches à réaliser avec le troupeau induisent de nouvelles compétences à acquérir par les éleveurs pour la mise en œuvre de ces technologies (gestion et suivi des bases de données, détection et utilisation des alertes...) (Eastwood *et al* 2012, Dolechek et Bewley 2013).

2.5 / Apprentissage et métier d'éleveur

Peu de références existent dans ce domaine mais la question des apprentissages est identifiée par plusieurs auteurs. La mise en œuvre de l'élevage de précision nécessite une période d'apprentissage pour l'éleveur, dont les conséquences ne sont pas toujours bien évaluées tant en termes de travail que de performances du troupeau (Eastwood 2008). Deux domaines de formation sont requis, celui du maniement de l'automate et celui du traitement de l'information pour les décisions de pilotage de l'animal. Actuellement, les mieux à même à dispenser du conseil sont les fournisseurs, mais leur intervention se limite à la connaissance de l'outil plutôt qu'à l'usage que peut en faire l'éleveur dans la gestion de son exploitation. L'absence de réseaux d'apprentissage, doublée du manque de relations avec les autres intervenants de l'élevage à ce sujet (vétérinaires, conseillers agricoles…), ne favorise pas la réflexion de l'éleveur quant à l'intégration de la nouvelle technologie dans la globalité de son système et à l'optimisation de la gestion des données couplée à un réglage adéquat des paramètres (Jago et al 2013). Le réseau de formation et d'échanges reste donc à construire pour une meilleure appropriation de ces techniques de précision. Certaines expériences se mettent en place, par exemple autour du robot de traite il existe des groupes d'échanges entre éleveurs, souvent animés par les contrôles laitiers, des conseillers spécialisés qui cherchent à prendre en compte les différentes facettes de l'acquisition d'un robot pour accompagner les projets.

Les principales raisons d'adoption ou de refus de ces innovations technologiques sont, d'après une enquête auprès de 229 éleveurs laitiers du Kentucky (Bewley et Russel 2010), une faible familiarité des exploitants avec ces techniques (55%), un rapport coût/bénéfice défavorable (42%), un nombre trop important de données fournies sans que les éleveurs sachent en faire bon usage (36%), mais aussi un manque d'intérêt économique et une trop grande complexité d'utilisation. L'adoption de l'élevage de précision interroge donc les compétences de l'éleveur (notamment en matière d'analyse de données pour une prise de décision efficace) et les projette dans un monde de travail plus « administratif ». Un processus de dépendance voir d'addiction à ces données peut également se mettre en place avant toute prise de décisions. Les compétences à acquérir pour intervenir dans ces systèmes très technologiques se posent aussi pour les salariés et les structures employeuses de main-d'œuvre (Cuma, groupement d'employeurs) ou encore les vétérinaires. Les personnes bénévoles ou les voisins éleveurs qui assurent des chantiers d'entraide ou des remplacements demanderont aussi à être formés. Les éleveurs eux-mêmes seront probablement mis à contribution pour transférer leur connaissance. Il leur faudra donc investir du temps dans la formation et la transmission de ce nouveau savoir. Des investissements collectifs et utilisés de façon partagée (achat de matériel de détection de chaleurs en Cuma) permettront de renforcer les liens entre éleveurs au sein des territoires, ainsi que les réseaux entre éleveurs pour favoriser les apprentissages.

2.6 / Relations homme-animal

L'usage de technologies de précision interroge sur le statut des animaux et la relation entre les éleveurs et les animaux (Lagneaux, à paraître) car de probables répercussions sur celle-ci, fondatrice du métier d'éleveur, sont attendues. L'automatisation de différentes tâches dans l'élevage, limitant les contacts entre l'homme et l'animal, diminuerait d'autant les possibilités pour l'éleveur d'observer le comportement, la santé et le bien-être des animaux. Les nouvelles technologies réduisent plus particulièrement les relations homme-animal les plus régulières, voire les plus positives, fondées sur la satisfaction des besoins des animaux comme la traite ou l'alimentation. On pourrait alors craindre que cette relation ne se réduise aux interventions les plus stressantes comme les vaccinations, la castration, le parage, etc. pour lesquelles l'intervention de l'éleveur au contact de l'animal est encore nécessaire. Les solutions reposent alors sur le développement d'interactions homme-animal positives et fréquentes pour diminuer la peur de l'animal vis-à-vis de l'homme, certains recommandant même des formations à destination des éleveurs, pour promouvoir un comportement et des attitudes apaisantes (Cornou 2009). L'intervention de l'homme auprès des animaux est vectrice d'interactions sensorielles (visuelles, olfactives, tactiles, auditives) de nature positive, neutre ou négative et influence donc le bien-être et le niveau de performance des animaux (Praks et Veermäe 2011). Cependant, certains éleveurs remplacent les contacts « contraints », à heures fixes par des contacts choisis et des moments d'observation qui perturberaient moins les animaux. Dans certains cas d'automatisation (robot de traite), les animaux peuvent aussi collaborer au travail en ayant des conduites autonomes, et en coopérant avec ces automates et avec l'éleveur (éviter les conflits...). Ainsi le robot de traite n'est donc pas nécessairement un outil de l'aliénation des animaux et des éleveurs (Porcher et Schmitt 2010). Les éleveurs accepteront-ils de transférer ce rôle à des automates même si ces derniers produisent des mesures plus objectives et contrôlent de nouveaux indicateurs de bien-être animal comme les variations de la fréquence cardiaque ou le taux de cortisol ?

L'élevage de précision pourrait améliorer la vision du métier de jeunes en quête d'installation et de modernité, attirés par les technologies de pointe, synonymes d'un renforcement de l'autonomie décisionnelle par le raisonnement des données fournies par les capteurs. Mais, à l'inverse, la représentation d'un élevage sans cesse plus industriel peut rebuter certains futurs installés qui choisissent l'agriculture par amour des bêtes (Soriano 2002), le travail au grand air et la proximité de la nature. Une voie « médiane » est peut-être à inventer pour bénéficier des deux.

3 / Discussion

3.1 / Des impacts sur les différentes dimensions du travail à mieux objectiver

Si l'élevage de précision est présenté dans de nombreuses études comme un levier pour réduire les temps de travaux journaliers des éleveurs, les gains de temps permis sont encore peu objectivés, d'autant plus qu'ils ne sont effectifs que si l'éleveur n'en passe pas autant voire plus à mettre en œuvre ces technologies. Il existe encore peu d'études et de retours d'expériences d'éleveurs sur ces nouvelles technologies, comme sur les modifications qu'elles induisent dans les visions des éleveurs de leurs métiers et de leurs relations avec leurs animaux. Ce sont pourtant des champs essentiels à explorer. En effet, nombre de ces technologies sont encore très récentes (par exemple pour la détection des vêlages ou des chaleurs, commercialisées depuis les années 2000) ou peu utilisées. Il est d'autant plus difficile d'estimer le gain de temps sur des tâches qui ne font pas toujours l'objet de références en élevage ou qui ne sont pas toujours clairement quantifiées (surveillance lors des mises bas ou détection des chaleurs par exemple). En effet, certaines de ces tâches peuvent être réalisées conjointement à d'autres activités avec les animaux

(par exemple surveillance des chaleurs lors de la traite ou de l'alimentation). En outre, le temps consacré aux nouvelles technologies sera sans doute différent entre le moment de la mise en route et les années suivant leur installation du fait de l'apprentissage nécessaire pour maîtriser ces technologies par les éleveurs (Eastwood *et al* 2012). Par exemple, De Koning (2010) cite que le temps gagné grâce à l'utilisation d'un robot de traite par rapport à une salle de traite conventionnelle varie selon les élevages de 20 à 30% du temps consacré à la traite, la variabilité étant plus importante lors de la première année. En outre, le manque de temps, notamment celui qui doit être investi pour leur prise en main, est mis en avant par les éleveurs pour ne pas adopter les technologies de précision (Fountas *et al* 2004 cité par Lawson *et al* 2011). Ce facteur est cité dans le cas de grandes exploitations mais aussi par les petits exploitants (Reichardt et Jurgens 2009).

La mise en œuvre d'une nouvelle pratique est souvent liée à une ou plusieurs attentes en terme de travail (Moreau *et al* 2004, Cournut et Hostiou 2010). La mise en place d'une technologie dans les élevages modifie le contenu et la nature des tâches réalisées, et aurait donc des conséquences sur différentes dimensions du travail qu'elles soient organisationnelles (qui fait quoi et quand), sociologique (rapport au travail, au métier et aux animaux), etc. Or, si peu de références sont disponibles pour qualifier les temps des travaux, elles sont encore moins nombreuses pour objectiver les autres dimensions de la composante travail (pénibilité physique, pénibilité mentale, confort de travail, perception et représentation du métier, relation homme-animal) (tableau 1).

3.2 / Rapport coût/bénéfice de l'introduction de l'élevage de précision

La question du rapport coût/bénéfice est l'une des premières raisons expliquant l'adoption ou non des nouvelles technologies par les éleveurs (Bewley et Russell 2010). Mais le calcul de ce ratio n'est pas simple, car au-delà des éléments techniques et économiques à considérer, les notions de gain en temps et confort de travail (sécurisation de la prise de décision, amélioration de flexibilité et allègement de la charge mentale) sont rarement prises en compte dans les études. En effet, il est extrêmement difficile de quantifier la valeur économique du bien-être procuré à l'éleveur par l'utilisation de nouvelles technologies (Otte et Chilonda 2000). Il est par exemple très difficile de quantifier la satisfaction d'avoir des animaux en bonne santé, de travailler dans de bonnes conditions de sécurité ou d'améliorer l'impact environnemental de son élevage (Huirne *et al* 2003). Ainsi, bien que des modèles permettant d'analyser l'intérêt économique d'investir ou non dans une technologie d'élevage de précision aient été développés (Bewley 2010 par exemple), Dolechek et Bewley (2013) précisent que certaines technologies peuvent se révéler non rentables économiquement, tout en présentant un intérêt majeur pour l'amélioration de la qualité de vie de l'éleveur. Par exemple, plusieurs scénarios développés par Jago (2011) montrent que l'achat d'un détecteur automatisé des chaleurs peut être économiquement négatif si les performances de détection de cet outil sont inférieures à celles de l'éleveur, tout en libérant deux heures de travail par jour. C'est donc la balance entre performances économiques et amélioration de la qualité de vie qui devra être évaluée pour décider de la pertinence de l'investissement. D'autres éléments sont également à considérer car le choix des technologies adoptées peut être fonction de la main-d'œuvre présente sur l'exploitation du fait de ses attentes, des capacités financières et du cycle de vie de l'exploitation (par exemple reprise ou non à court terme de l'exploitation).

Tableau 1. *Impacts de l'élevage de précision sur différentes dimensions du travail en élevage.*

	Impacts positifs	Impacts négatifs
Temps de travail	Diminution du temps de travail par l'automatisation des tâches, l'aide à la prise de décision et la détection précoce des problèmes sanitaires, le ciblage des interventions.	Augmentation du temps de travail pour gérer le matériel, traiter les données dans des troupeaux de grande taille, en cas de panne ou de mauvais paramétrage du logiciel source d'erreurs, d'autant plus en période d'apprentissage.
Productivité du travail	Augmentation de la taille du troupeau sans augmentation de la taille du collectif de travail.	Diminution de la productivité du travail en cas de dysfonctionnement.
Astreinte	Réorganisation possible du travail en limitant les tâches d'astreinte auprès du troupeau (traite, distribution de l'alimentation…).	Astreinte des alarmes jour et nuit, connexion permanente avec l'exploitation.
Pénibilité	L'automate remplace l'homme pour certains travaux physiques et répétitifs. Diminution de la charge mentale (délégation à la technologie de la détection des dysfonctionnements du matériel, des problèmes sanitaires ou des moments opportuns d'intervention auprès des animaux).	Augmentation de la charge mentale car : - la technologie est parfois complexe - le risque de panne augmente - les alarmes peuvent se déclencher à tout moment. La taille du troupeau à gérer est quelques fois plus importante.
Compétences	Permet, pour certaines tâches, de remplacer l'humain lorsqu'il est difficile de trouver un salarié qualifié.	Nouvelles tâches, compétences à acquérir (analyse des données, surveillance des automates…). Le remplacement devient plus difficile.

3.3 / Interactions entre technologies de précision, main-d'œuvre et simplification de la conduite du troupeau

Trois types de leviers sont mobilisés par les éleveurs pour agir sur la dimension travail : *i)* réorganisation/recomposition de la main-d'œuvre, *ii)* simplification de la conduite technique du troupeau ou des surfaces, *iii)* amélioration des équipements et bâtiments d'élevage (Dedieu et Servière 2001) dont l'élevage de précision. L'investissement dans celui-ci peut être associé à des simplifications de la conduite du troupeau (par exemple identification électronique des ovins laitiers et distribution automatisée individuelle de concentré). La mise en place de ces technologies en élevage peut conduire à réviser certaines pratiques du fait de contraintes (exemple de la cohabitation jugée difficile par les éleveurs entre le robot de traite et le pâturage des vaches laitières) ou de nouvelles opportunités (exemple d'allotements plus efficaces avec des portes de tri en ovin viande). Dans des structures qui s'agrandissent, les leviers « main-d'œuvre » et « équipement » sont plus régulièrement mobilisés, comme par exemple dans les filières porcines et avicoles (Roguet *et al* 2011). Mais ces deux leviers peuvent interagir car l'investissement dans des nouvelles technologies est considéré comme un substitut à l'embauche. Dans certains cas, les technologies sont aussi des arguments intéressants pour recruter ou fidéliser des salariés (fierté de travailler dans des élevages technologiques nécessitant de nouvelles compétences et devenant localement une vitrine de l'innovation). Cependant cet argument ne vaut que parce que tous les élevages ne sont pas uniformes. Dans les grands élevages porcins, ceux-ci étant déjà très « technologiques », les critères de choix des employés se feront, par exemple, plus sur la qualité du management du personnel.

Dans un contexte de moins en moins régulé (marché économique, arbitrage politique, climat…), la flexibilité des systèmes d'élevage est une clé importante pour piloter et sécuriser son exploitation (Dedieu et Ingrand 2010). Les trois types de leviers mobilisés pour agir sur le travail n'ont pas la même incidence en termes de souplesse d'utilisation et de réversibilité. Les investissements engagés par l'élevage de précision peuvent être conséquents (variables selon le type d'équipement concerné), se raisonnent sur plusieurs années (amortissement, révision et frais d'entretien) et parfois par seuil de dimension, laissant peu de place aux évolutions progressives (robot d'alimentation calibré pour une taille de troupeau optimale). Au vu des engagements financiers concernés, il peut être plus difficile de revenir en arrière pour les éleveurs. Cependant, les investissements réalisés pour s'équiper avec ces nouvelles technologies peuvent être plus modérés dans certains domaines (dispositifs de surveillance des chaleurs par exemple) L'élevage de précision pourrait alors aussi permettre de modifier plus facilement certaines pratiques (par exemple d'alimentation ou de conduite des bâtiments) pour s'adapter à des fluctuations accrues de contexte climatique ou économique.

Conclusion

Cet article illustre les nombreuses incidences de la mise en œuvre des technologies de précision dans les élevages. Mais il démontre également le manque d'informations objectives pour en qualifier les incidences sur l'ensemble des composantes du travail. Du fait des enjeux économiques associés, le développement et la commercialisation de ces technologies sont largement assurés par les firmes privées. Elles assurent alors la construction et la diffusion des argumentaires tant économiques que techniques et organisationnels. De réelles analyses objectives sont attendues de la part des éleveurs et du développement agricole. Toutes les filières animales ne sont pas au même stade de déploiement de ces technologies dans leurs élevages. Elles ne sont pas non plus concernées par les mêmes champs d'application (traite par exemple). De nouvelles applications se développent très régulièrement du fait d'un transfert important d'autres secteurs industriels vers l'agriculture. L'offre est donc conséquente et l'innovation permanente. A ce jour, le développement des technologies, pour la plupart issues de l'industrie, est davantage dicté par les impératifs de rentabilité des entreprises qui les conçoivent que par les besoins réels des éleveurs. L'association des éleveurs au développement de ces nouvelles technologies aiderait les entreprises conceptrices à mieux prendre en compte les besoins des utilisateurs, car à ce jour les éleveurs restent encore très peu sollicités. De réelles synergies sont à trouver entre filières, surtout sur un thème transversal comme le travail, pour apporter collectivement des réponses à ces attentes.

Références

Aerts J.M., Wathes C.M., Berckmans D., 2003. Dynamic data-based modelling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system. Biosyst Eng., 84, 257-266.

Allain C., Duroy S., Alix E., Dassé B., Delaunay M., Langlais J., 2012. Utilisation des capteurs et des TIC en élevage laitier : Une nouvelle dimension pour la conduite du troupeau. Conférence SPACE 2012. http://idele.fr/ recherche/publication/idelesolr/recommends/utilisation-des-capteurs-et-des-tic-en-elevage-laitier-une-nouvelle-dimension-pour-la-conduite-du.html

Australian Sheep Industry Cooperative Research Centre, 2007. Precision Pays. Producer profiles on how precision sheep management is achieving accuracy, confidence and on-farm profitability, 31p. http://www.sheepcrc.org.au/files/pages/information/publications/publications-precision-sheep-management/Precision_Pays.pdf

Aydin A., Bahr C., Berckmans D., 2013. An innovative monitoring system to measure the feed intake of broiler chickens using pecking sounds. 6th Eur. Conf. Precis. Livest. Farming, Leuven, Belgique, 926-936.

Banhazi T.M., Lehr H., Black J.L., Crabtree H., Schofield P., Tscharke M., Berkmans D., 2012. Precision livestock farming: an international review of scientific and commercial aspects. Int. J. Agric. Biol. Eng., 5, 9p.

Barthez A., 1986. Du labeur paysan au métier d'agriculteur : l'élaboration statistique en agriculture. Cah. Econ. Soc. Rurales 3, 45-72.

Berckmans D., 2004. Automatic monitoring of animal by precision livestock farming. In : Animal production in Europe: The way forward in a changing world. Madec F., Clement G. (Eds). International society for animal hygiene, Saint-Malo, France, 27-30.

Berckmans D., 2011. What can we expect from precision livestock farming and why? In : Acceptable and practical precision livestock farming. Ian G. Smith (Ed), Halifax, UK, 7-10.

Berckmans D., 2012. Precision livestock farming: promises and successes. EU Animal Health Advisory Committee. http://ec.europa.eu/food/ animal/diseases/strategy/docs/presentation_15062012_point_1_berckmans_en.pdf

Bewley J., 2010. Precision dairy farming: advanced analysis solutions for future profitability. In: Proc. First North Am. Conf. Precis. Dairy Manag., Toronto, Canada, 16p. http://www.precisiondairy2010.com/proceedings/s1bewley.pdf

Bewley J.M., Russell R.A., 2010. Reasons for Slow Adoption Rates of Precision Dairy Farming Technologies: Evidence from a Producer Survey. In: Proc. First North Am. Conf. Precis. Dairy Manag., Toronto, Canada, 30-31. Available at http://www.precisiondairy2010.com/proceedings/s1bewley2.pdf

Bewley J., Peacock A.M., Lewis O., Boyce R.E., Roberts R.E., Coffey M.P., Kenyon S.J., Schutz M.M., 2008. Potential for estimation of

body condition scores in dairy cattle from digital images. J. Dairy Sci., 91, 3439-3453.

Billon P., Pomiès D., 2006. Le point sur la robotisation de la traite 15 ans après l'apparition des premiers systèmes dans les fermes, Renc. Rech. Rum., 13, 143-150.

Chanvallon A., Gatien J., Lamy J.M., Girardot J., Davière J. B., Ribaud D., Salvetti P., 2012. Evaluation de la détection automatisée des chaleurs par différents appareils chez la vache laitière, Renc. Rech. Rum., 19, 397-400.

Chauvat S., Seegers J., N'Guyen The B., Clément B., 2003. Le travail d'astreinte en élevage bovin laitier. Institut de l'Elevage, Paris, France, 50p.

Cornou C., 2009. Automation systems for farm animals: Potential impacts on the human-animal relationship and on animal welfare. Antrhozoös. 22, 213-220.

Cournut S., Hostiou N., 2010 Adaptations des systèmes bovins laitiers pour réduire la contrainte travail. Une étude en Ségala. Cah. Agricult., 19, 348-353.

Dedieu B., Servière G., 2001. Organisation du travail et fonctionnement des systèmes d'élevage. Renc. Rech. Rum., 8, 245-250.

Dedieu B., Ingrand S., 2010. Incertitude et adaptation : cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. In : "Robustesse, rusticité, flexibilité, plasticité, résilience,... les nouveaux critères de qualité des animaux et des systèmes d'élevage". Sauvant D., Perez J.M. (Eds). Dossier, INRA Prod. Anim., 23, 81-90.

De Koning C.J.A.M., 2010. Automatic milking–common practice on dairy farms. In : Proc. First North American Conf. Precis. Dairy Management and The Second North American Conf. Robotic Milking, Toronto, Canada, 52-67.

De Koning C.J.A.M., van de Vorst Y., Meijering A., 2002. Automatic milking experience and development in Europe. In: Proceedings of the first North American Conf. Robotic Milking, Toronto, Canada, 2-3.

Dolechek K., Bewley J., 2013. Pre-Investment Considerations for Precision Dairy Farming Technologies. Agriculture and Natural Resources, Family and Consumer Sciences, 4-H Youth Development, Community and Economic Development Cooperative. 3p. http://www2.ca.uky.edu/agc/pubs/ASC/ASC208/ASC208.pdf

Dufour A., Dedieu B., 2010. Rapports au temps de travail et modes d'organisation en élevage laitier. Cah. Agric. 19, 377-382.

Eastwood C.R., 2008. Innovative precision dairy systems: a case study of farmer learning and technology codevelopment. PhD thesis, The University of Melbourne, Australia.

Eastwood C., Chapman D., Paine M. 2004. Precision dairy farming-taking the microscope to dairy farm management.

Eastwood, C.R., Chapman, D.F., Paine, M.S., 2012. Networks of practice for co-construction of agricultural decision support systems: Case studies of precision dairy farms in Australia. Agricult. Sys., 108, 10-18.

Fountas S.E.D., Sorensen C.G., Hawkins S., Pedersen H.H., Blackmore S., Lowenberg-Deboer, J., 2004. Farmer experience with precision agriculture in Denmark and US Eastern Corn Belt. Precision Agricult., 5, 1-21.

Gambino M., Laisney C., Vert J., 2012. Le monde en tendances. Un portrait social prospectif des agriculteurs. Centre d'études et de prospective, SSP, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et du Territoire, 2012. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Le_monde_agricole_en_tendances.pdf

Guérot J.Y., Ruault J.Y., 2013. Répondre à la demande des consommateurs, quelles incidences pour nos élevages ? Conférence les rendez-vous de l'élevage 2013 – chambre d'agriculture de la Mayenne -19 Février 2013.

Huchon J.C., 2013. Vaches laitières avec Robot de traite et pâturage : une nouvelle conduite d'élevage, Chambre Agriculture de la Sarthe, 2p.

Huirne R.B.M., Meuwissen M.P.M., Van Asseldonk M.P.A.M., Tomassen F.H.M., Mourits M.C.M., 2003. Financing losses of infectious livestock diseases in Europe: an economic risk analysis. In: Geers R., Vandenheede J. (Eds). Proc. 10th Ann. Meet. Flemish Soc. Vet. Epidemiol. Econ. and 15th Ann. Meet. Dutch Soc. Vet. Epidemiol. Econ. Risk-assessment and its Applications in Animal Health and Food Safety, Ghent. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, 65-74.

Ikeda Y., Ishii Y., 2008. Recognition of two psychological conditions of a single cow by her voice. Comput. Electron. Agricult., 62, 67-72.

Ismaliyova G., Sonoda L., Fels M., Rizzi R., Oczak M., Viazzi S., Vranken E., Hartung J., Berckmans D., Guarino M., 2013. Acoustic reward learning as a method of reducing the incidence of aggressive and abnormal behaviours among newly mixed piglets. 6th Eur.Conf. Precis. Livest.Farming, Leuven, Belgium, 253-261.

Jago J., 2011. Automation of estrus detection. Dairy NZ technical series, December 2011. 2-7. http://www.dairynz.co.nz/file/fileid/40630

Jago J., Eastwood C., Kerrish K., Yule I., 2013. Precision dairy farming in Australasia: adoption, risks and opportunities. Anim. Prod. Sci., 53, 907-916.

Jegou V., Grasset M., Seite Y., Huneau T., Billon P., Mottard., 2007. La traite robotisée dans l'Ouest de la France : Etat des lieux des performances technicoéconomiques, des pratiques et du travail. Renc. Rech. Rum., 14, 424.

Lagneaux S. La ferme 2.0 ou la libération contrainte d'une communauté mixte. working paper. A paraitre.

Laurent B., 2013. La sonde module automatiquement la ration des truies. Paysan Breton, p30.

Lawson L.G., Pedersen S.M., Sorensen C.G., Pesonen L., Fountas S., Werner A., Oudshoorn F.W., Herold L., Chatzinikos T., Kirketerp I.M., Blackmore S., 2011. A four nation survey of farm information management and advanced farming systems: A descriptive analysis of survey responses. Comput. Electron. Agricult., 7-20

Lind O., Ipema A.H., De Koning C.J.A.M., Mottram T.T., Herrmann H.J., 2000, Automatic milking, Bulletin of the IDF 348/2000, 3-14.

Manteuffel C., Kirchner J., Schrader L., Schön P.C., Manteuffel G., 2013. Call feeding gestating sows in larger groups. 6th Eur. Conf. Precis. Livest. Farming, Leuven, Belgique, 243-252.

Meuret M., Tichit M., Hostiou N., 2013. Élevage et pâturage « de précision » : l'animal sous surveillance électronique. Courrier de l'Environnement, 63, 13-24.

Moreau J.C., Seegers J., Kling-Eveillard F., 2004. Répondre à la préoccupation travail des éleveurs : compte-rendu du programme national 2003 financé par l'Onilait. 1ère partie : 1er recueil d'expériences sur les solutions possibles en exploitation. Institut de l'Elevage, Paris, 37p.

Nakarmi A.D., Tang L., Xin H., 2013. Automatic quantification of laying-hen behaviors using a 3D vision sensor and radio frequency identification technology. 6th Eur. Conf. Precis. Livest. Farming, Leuven, Belgique, 903-915.

Nydegger F., Grothmann A., 2009 Affouragement automatique des bovins. Résultat d'une enquête sur l'état actuel de la technique. Rapport ART, n°270, 8p.

Otte M.J., Chilonda P., 2000. Animal Health Economics: An Introduction. Livest. Inf. Sector Analysis and Policy Branch, Anim. Prod. Health Division (AGA), FAO, Rome, Italy, 7, 30.

Pellerin D., 2000. Distributeur automatique ou ration totale mélangée un choix difficile ? Le producteur de lait québécois, http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/Documents/bov31.pdf

Porcher J., Schmitt T., 2010. Les vaches collaborent-elles au travail ? Une question de sociologie. Revue du Mauss, 35, 235-261.

Pupin M., 2013. Etat des lieux de l'offre et de la valorisation des outils d'élevage de précision dans la filière bovine française. Mémoire de fin d'étude pour le diplôme d'ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage (Agrocampus Ouest), 21p.

Praks J., Veermäe I., 2011.Monitoring animal health, environment, behavior and Welfare. In: Multidisciplinary approach to acceptable and Practical Precis. Livest. Farming for SMEs in Europe and Worldwide". Ian G Smith (Ed), 43-83.

Reichardt M., Jurgens E.C., 2009. Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. Precision Agric, 10, 73-94.

Rodenburg J., 2007. Precision Dairy Management and the Future of Dairy Production. Factsheet, Ministry of Agriculture, Foods and Rural Affairs, Ontario, Canada, 2p. http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/07-065.pdf

Roguet C., Massabie P., Ramonet Y., Grannec M.L., Rieu M., 2011. Quels modèles d'élevage d'avenir pour la production porcine française ? Innovations Agronomiques, 17, 109-124.

Rutten C.J., Velthuis A.G.J., Steenveld W., Hogeveen H., 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. J. Dairy Sci., 96, 1928-1952.

Smith I.G., Lehr H., 2011. The Bright Animal Book : multidisciplinary approach to acceptable and practical precision livestock farming for SMEs in Europe and Worldwide. « Bright Animal » EU Framework 7 Project, Alifax, UK, 208p.

Song X., Leroy T., Vranken E., Maertens W., Sonck B., Berckmans D., 2008. Automatic detection of lameness in dairy cattle-Vision-based trackway analysis in cow's locomotion. Comp. Electron. Agricult., 64, 39-44.

Soriano, 2002. Etre bien avec les animaux, ça s'apprend ? Ethnozootechnie, 68, 85-91.

Turlot A., 2011. Les éleveurs et leur travail en production laitière - cas de la ferme de V. Sepult.

25ème Journée d'étude de Remouchamps, Belgique, 18 janvier 2011.

Turlot A., Froidmont E., Bauraind C., Burny P., Bouqiaux J.M., Ledur A., Stilmant D., Wyzen B., Wavreille J., 2013. La dimension "travail", un élément clé pour le maintien de nos systèmes laitiers. In : Nouvelles approches pour une optimisation de nos élevages laitiers. Centre wallon de Recherches Agronomiques (Eds). 18ème Carrefour des Productions Animales, Gembloux, Belgique, 32-40.

Ueda Y., Akiyama F., Asakuma S., Wtanabe N., 2011. Technical note: The use of a physical activity monitor to estimate the eating time of cows in pasture. J. Dairy Sci., 94, 3498-3503.

Vandermulen J., Decré W., Berckmans D., Exadaktylos V., Bahr C., Berckmans D., 2013. The Pig Cough Monitor: from research topic to commercial product. 6th Eur. Conf. Precis. Livest. Farming, Leuven, Belgique, 717-723.

Vroegindeweij B.A., van Henten E.J., van Willigenburg L.G., Groot Koerkamp P.W.G., 2013. Modelling of spatial variation of floor eggs in an aviary house for laying hens. 6th Eur. Conf. Precis. Livest. Farming, Leuven, Belgique, 916-925.

Wathes C., 2007. Precision livestock farming for animal health, welfare and production. In : Animal Health, animal welfare and biosecurity. Aland A. (Eds). XIIIth Int. Cong. Anim. Hygiene, Tartu, Estonia, 397-404.

Résumé

L'automatisation et l'« électronisation » des élevages explosent depuis quelques années dans de nombreux pays, donnant naissance à ce que l'on appelle l'élevage de précision. Ce déploiement important de capteurs et d'automates provenant de l'industrie désormais utilisables en élevage, répond aux contraintes économiques, structurelles et sociales actuelles des exploitations agricoles. L'élevage de précision se développe dans les différentes filières animales pour faciliter la surveillance de troupeaux dans un contexte d'accroissement de la taille des élevages et de diminution de la disponibilité en main-d'œuvre. La réduction de la pénibilité de certaines tâches répétitives semble être, aussi, un facteur d'adoption de ces nouvelles technologies. Cette synthèse se concentre sur l'impact de l'élevage de précision sur le métier d'éleveur et l'organisation de son travail, sujets encore peu abordés. Des gains de temps sont en effet observés du fait de l'introduction des automates et capteurs dans les élevages car ils remplacent les tâches physiques récurrentes (traite, alimentation) tout en simplifiant la surveillance des animaux (chaleurs, problèmes sanitaires, surveillance des mises-bas….). Outre les gains de temps qui restent encore à objectiver, d'autres dimensions du travail sont affectées par l'élevage de précision (souplesse dans l'organisation, nouveaux horaires). Les informations fournies peuvent aussi alléger la charge mentale en indiquant les interventions nécessaires, par exemple, pour le moment d'insémination optimal, à l'occasion des mises-bas ou en détectant précocement les troubles de santé pour anticiper l'action curative. Cependant, le recours à ces nouvelles technologies crée également de nouvelles tâches telles que l'entretien et la surveillance du matériel, l'apprentissage de son utilisation, la consultation et l'interprétation des données fournies par ces outils. Ainsi, la charge mentale peut parfois être accrue du fait de la complexité des informations à gérer, de la multiplicité des alarmes ou des alertes ou encore des risques de pannes plus fréquents. Les relations entre l'éleveur et ses animaux sont également modifiées. Les conséquences sur le travail, si elles comportent des aspects positifs susceptibles d'exercer un attrait pour le métier notamment de jeunes en quête de modernité, peuvent se révéler sources d'échecs si elles ne sont pas adaptées aux besoins et aux compétences des éleveurs. Il est donc essentiel de prendre en compte le travail, selon ses différentes dimensions, pour favoriser l'appropriation de ces nouvelles technologies par les éleveurs.

Abstract

Precision Livestock Farming: which consequences for farmers' work?

Automation and electronization in livestock farms have become more and more important in recent years in many countries, giving rise to what is called Precision Livestock Farming (PLF). The large deployment of sensors and advanced technologies, originated from the industry, meets the current economic, structural and social constraints of farms. PLF is developing in different animal sectors to facilitate the monitoring of herds due to the increase of herd size and the decrease of workforce availability. Reducing the hardness of repetitive tasks seems to be also a factor of adoption of these new technologies. This review focuses on the impact of PLF on farmers' profession and organization of their work. Time savings are observed due to the introduction of robots and sensors in farms because they replace recurrent physical tasks (milking, feeding) while simplifying the monitoring of animals. Other dimensions of work are impacted by PLF such as work flexibility and new schedules. The information provided may reduce the mental workload informing the interventions required (optimal moment for insemination, detection of health problems to anticipate the curative action). However, PLF also creates new tasks such as maintenance and monitoring equipment, interpretation of data provided by these tools. Thus, the mental workload can sometimes be increased due to the complexity of the information to manage the multiple alarms or alerts. The relationship between the farmer and his animals are also modified. The impact of PLF on farmers' work leads positive aspects and can be attractive for young people. But work consequences can also be sources of failure if they are not adapted to the needs and skills of farmers. It is therefore essential to take into account farmers' work, and its different dimensions, to promote the adoption of these new technologies.

HOSTIOU N., C. ALLAIN C., CHAUVAT S., TURLOT A., PINEAU C., FAGON J., 2014. Elevage de précision : quelles conséquences pour le travail des éleveurs. In : Numéro spécial, Quelles innovations pour quels systèmes d'élevage? Ingrand S., Baumont R. (Eds). INRA Prod. Anim., 27, 111-120.

MISSION AGROÉQUIPEMENTS
CONTRIBUTION DE L'ITAB

INSTITUT TECHNIQUE DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Contribution de l'ITAB

Mission Agroéquipement IRSTEA

L'Agriculture Biologique est une filière en perpétuelle évolution choisie par près de 25 000 agriculteurs produisant des denrées alimentaires dans le respect des principes de santé, équité, précaution et d'écologie liés au mode de production biologique. Soucieux du respect de ces principes, les professionnels de l'Agriculture Biologique sont en permanence en recherche d'innovations et d'outils, sur leurs fermes ou par le biais d'entreprises spécialisées, leur permettant de préserver la vie des sols, réduire les intrants, et optimiser les méthodes de production tout en réduisant la pénibilité de leur travail.

La Recherche et Développement et les Innovations en matière d'agroéquipements peuvent ainsi apporter des réponses aux questions ergonomiques, agronomiques et phytosanitaires des agriculteurs biologiques grâce au développement d'outils et matériaux spécifiques, adaptées aux différents types et échelles d'exploitation.

Attentes et besoins de la filière agrobiologique

Pour la filière agrobiologique, des travaux sur des agroéquipements adaptés pourraient permettre :

- de réaliser un travail du sol respectueux de la vie et de la structure du sol (par le développement d'outils non animés ou à faible impact sur le tassement du sol, la dilution de la matière organique, le retournement des différents horizons) ;
- d'améliorer la précision des systèmes d'épandage des amendements organiques solides afin d'optimiser leur répartition sur le sol et réduire les risques de fuites d'éléments minéraux préjudiciables pour l'environnement ;
- d'optimiser l'implantation des cultures, notamment des cultures associées ou en mélange, ou encore le semis de précision de cultures implantées sous couvert de cultures d'hiver, pratiques très répandues en Agriculture Biologique ;
- de réduire la pénibilité du travail dans les fermes diversifiées (notamment en maraîchage) pour la mise en place, l'entretien et la récolte des cultures ;
- de réduire le coût d'équipements de géolocalisation des tracteurs/semoirs (permettant d'améliorer la précision du semis d'une part, et la précision des interventions culturales,- notamment de binage, d'autre part),
- de faciliter l'entretien des cultures et la gestion mécanique des adventices, principal poste de charges des agriculteurs biologiques, par l'amélioration de l'efficacité des capteurs ou caméras embarquées sur les bineuses, l'utilisation d'outils autonomes ou la création d'outils spécifiques par culture ;
- d'améliorer l'efficience énergétique des matériels (pour réduire les coûts d'utilisation des matériels, notamment des tracteurs lors des passages nécessaires à l'entretien des cultures en AB) ;
- et d'optimiser les consommations en eau pour les cultures de plein champ ou sous abri (par l'utilisation de sondes et matériels d'irrigation localisée au plus près des plantes).

Quelle démocratisation de ces innovations dans la filière agrobiologique

La recherche et les innovations dans le domaine de l'agroéquipement participent du développement de pratiques et techniques permettant l'optimisation des productions en Agriculture Biologique. Malgré l'efficacité indéniable de nombre d'entre elles, ces innovations ne peuvent se démocratiser qu'avec la collaboration des principaux acteurs : les agriculteurs, utilisateurs finaux de ces innovations, et à la condition que le bénéfice (agronomique, sanitaire, ou ergonomique) lié à leur utilisation compense largement le montant de l'investissement ou du coût du matériel.

Aujourd'hui, les principales innovations qui se démocratisent sur le territoire sont liées à des outils simples, ergonomiques, polyvalents et très efficaces (bineuses à doigts, porte-outils maraichers, outils auto-construits à partir d'échanges de savoir-faire paysans, …) ou au contraire, très spécifiques et liés à des cultures à forte valeur ajoutée (bineuses guidées, …).